

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**“RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE MAÍZ CONTAMINADO  
CON AFLATOXINAS Y EL RETARDO  
DEL CRECIMIENTO EN NIÑOS”**

Estudio analítico realizado en el municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez

agosto-septiembre 2016

Tesis

Presentada a la Honorable Junta Directiva  
de la Facultad de Ciencias Médicas de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**Joselyn Andrea Argueta Martínez**

**Médico y Cirujano**

Guatemala, octubre de 2016

El infrascrito Decano de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala hace constar que:

La estudiante:

JOSELYN ANDREA ARGUETA MARTÍNEZ 200910167

Cumplió con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, y habiendo presentado el trabajo de graduación titulado:

**“RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE MAÍZ CONTAMINADO  
CON AFLATOXINAS Y EL RETARDO  
DEL CRECIMIENTO EN NIÑOS”**

Estudio analítico realizado en el municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez

agosto-septiembre 2016

Trabajo asesorado por la Licda. Olga Rebeca Torres Bolaños de Matute y revisado por la Dra. Aída Guadalupe Barrera Pérez, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

**ORDEN DE IMPRESIÓN**

En la Ciudad de Guatemala, el catorce de octubre del dos mil dieciséis

  
DR. MARIO HERRERA CASTELLANOS  
DECANO



El infrascrito Coordinador de la Coordinación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hace constar que la estudiante:

JOSELYN ANDREA ARGUETA MARTÍNEZ 200910167

Presentó el trabajo de graduación titulado:

**“RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE MAÍZ CONTAMINADO  
CON AFLATOXINAS Y EL RETARDO  
DEL CRECIMIENTO EN NIÑOS”**

Estudio analítico realizado en el municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez

agosto-septiembre 2016

El cual ha sido revisado por la Dra. Aída Guadalupe Barrera Pérez y, al establecer que cumple con los requisitos exigidos por esta Coordinación, se le autoriza a continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala el catorce de octubre del dos mil dieciséis.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

*César O. García G.  
Doctor en Salud Pública  
Colegiado 5,950*

Dr. C. César Oswaldo García  
Coordinador



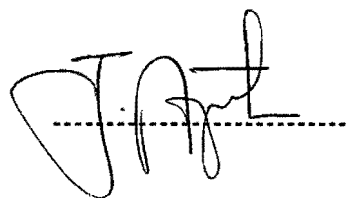
Guatemala, 13 de octubre del 2016

Doctor  
César Oswaldo García García  
Coordinación de Trabajos de Graduación  
Facultad de Ciencias Médicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Dr. García:

Le informo que yo:

JOSELYN ANDREA ARGUETA MARTÍNEZ



Presenté el trabajo de graduación titulado:

**“RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE MAÍZ CONTAMINADO  
CON AFLATOXINAS Y EL RETARDO  
DEL CRECIMIENTO EN NIÑOS”**

Estudio analítico realizado en el municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez

agosto-septiembre 2016

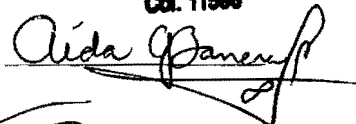
Del cual la asesora y la revisora se responsabilizan de la metodología,  
confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos  
y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

Firmas y sellos

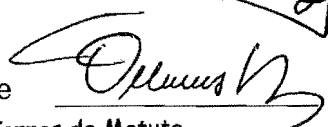
Revisora: Dra. Aída Guadalupe Barrera Pérez

No. de registro de personal 20030843

*Aída G. Barrera P.*  
MSc en Alimentación y Nutrición  
Col. 11508



Asesora: Licda. Olga Rebeca Torres Bolaños de Matute

  
Licda. Olga Torres de Matute  
Q.B., M. Sc.  
Colegiado N°733

## **ACTO QUE DEDICO**

A DIOS	Por iluminar mi vida y darme las fuerzas y la sabiduría para alcanzar mis sueños.
A MI PADRE	Por todo tu apoyo y amor. Por estar conmigo cuando más te he necesitado y por ser un ejemplo de padre.
A MI MADRE	<p>Por todo tu cariño y comprensión, por ser una madre dedicada que me dio ánimos y consuelo cuando más lo necesitaba.</p> <p>Este triunfo es de ustedes, gracias por guiarme por el camino del bien.</p>
A MI HERMANO	Por compartir mis alegrías y tristezas, que este logro sea ejemplo para tu futura formación.
A MI ESPOSO	Por tu apoyo incondicional, por estar a mi lado en cada paso del camino y alentarme siempre a seguir adelante. Seguiremos alcanzando nuestras metas de la mano.
A MIS AMIGOS	Por ser una parte importante en mi vida y estar en los momentos de alegría y de tristeza, y por hacer los momentos difíciles más tolerables. Agradezco en especial a Gabriela Hernández y a su familia por acompañarme a lo largo de este camino y ser siempre un apoyo para mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala por ser mi alma mater e inculcar en mí disciplina, responsabilidad, dedicación y ética.
- A: La Facultad de Ciencias Médicas por darme los conocimientos que me ayudarán en el ejercicio de mi profesión.
- A: Olga Torres y Jorge Matute por todo su apoyo y consejos durante esta investigación y por ser un ejemplo a seguir.
- A: Laboratorio de Diagnóstico Molecular, por haberme abierto sus puertas y darme la oportunidad de aprender cosas nuevas.
- A: Dra. Aída Barrera por su paciencia y apoyo incondicional.

***De la responsabilidad del trabajo de graduación:***

El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresadas en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y para la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad, de la Universidad y otras instancias competentes.

## RESUMEN

**OBJETIVO:** Determinar si el consumo de maíz contaminado con aflatoxinas está asociado con el retardo del crecimiento en niños de 6 a 15 meses del municipio de San Miguel Panán en agosto del 2016. **MATERIAL Y MÉTODOS:** Estudio analítico de corte transversal; se tomó una muestra de 67 niños. Se recolectaron datos antropométricos y de consumo de maíz y se analizó el maíz mediante una prueba de ELISA para aflatoxinas. Como medidas de asociación se utilizaron el chi cuadrado y el odds ratio. **RESULTADOS:** Las características de la muestra (n= 67) son: el 61% de sexo masculino y 39% de sexo femenino; la edad media fue 9.63 meses. El 18% de los niños presentaron baja talla y el 15% baja talla severa. La prevalencia de retardo del crecimiento fue del 33%. El consumo medio semanal de maíz de las madres fue de 7508.81 gramos y de los niños de 622.60 gramos. El 85% de las madres y el 51% de los niños tienen un patrón de consumo de maíz semanal arriba del promedio. De las 67 muestras de maíz, 36% fueron positivas para aflatoxinas, la media de contenido de aflatoxina fue de 29.18 ppb. El 35.8% de los niños están expuestos a aflatoxinas, con una exposición media de 375.23 ng/kg\*día (IC 95%: 245.62 a 504.82). La asociación entre retardo del crecimiento y patrones de consumo de maíz de madres y niños no fue estadísticamente significativa. La asociación entre el retardo del crecimiento y la exposición a maíz contaminado con aflatoxinas (OR=3.300 [IC 95%: 1.134 a 9.602] p=0.028) fue estadísticamente significativa. **CONCLUSIONES:** La prevalencia de exposición a aflatoxinas en los niños es de 35.8% y los niños expuestos a maíz contaminado con aflatoxinas tienen 5 veces más riesgo de presentar retardo del crecimiento.

**Palabras clave:** desnutrición, aflatoxina, estado nutricional, patrones alimentarios.





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS .....	3
3. MARCO TEÓRICO .....	5
3.1 Crecimiento normal del lactante y el preescolar.....	5
3.2 Desnutrición infantil .....	5
3.2.1 Desnutrición infantil en la región centroamericana .....	6
3.2.2 Efectos de la desnutrición en el desarrollo infantil en la región centroamericana .....	7
3.2.2.2 Retraso del crecimiento y desnutrición crónica .....	9
3.2.3 Situación de desnutrición crónica en Guatemala .....	9
3.3 Factores de riesgo para desnutrición crónica.....	13
3.4 Diagnóstico de desnutrición crónica .....	15
3.4.1 Antropometría.....	15
3.5 Inseguridad alimentaria .....	16
3.5.1 Inseguridad alimentaria en la región centroamericana.....	18
3.6 Aflatoxinas y retardo del crecimiento .....	19
3.7 Prevalencia de aflatoxinas en el maíz de Guatemala.....	20
4. POBLACIÓN Y MÉTODOS.....	23
4.1 Tipo y diseño de la investigación .....	23
4.2 Unidad de análisis .....	23
4.2.1 Unidad Primaria de Muestreo:.....	23
4.2.2 Unidad de Análisis:.....	23
4.2.3 Unidad de Información:.....	23
4.3 Población y muestra .....	23
4.3.1 Población o universo: .....	23
4.3.2 Marco muestral: .....	23
4.3.3 Cálculo de la muestra: .....	24
4.4 Selección de los sujetos a estudio .....	25
4.4.1 Criterios de inclusión.....	25
4.4.2 Criterios de exclusión.....	25
4.5 Medición de variables .....	26
4.6 Técnicas, procesos e instrumentos utilizados en la recolección de datos .....	28
4.6.1 Técnicas de recolección de datos.....	28
4.6.2 Procesos .....	29

4.6.3	Instrumentos de medición: .....	29
4.7	Procesamiento y análisis de datos.....	30
4.7.1	Procesamiento de datos.....	30
4.7.2	Análisis de datos.....	30
4.7.3	Hipótesis.....	301
4.8	Límites de la investigación.....	31
4.8.1	Obstáculos .....	32
4.8.2	Alcances.....	33
4.9	Aspectos éticos de la investigación .....	33
4.9.1	Categorías de riesgo.....	33
5.	RESULTADOS .....	35
6.	DISCUSIÓN.....	39
7.	CONCLUSIONES .....	41
8.	RECOMENDACIONES.....	43
9.	APORTES .....	45
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
11.	ANEXOS .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

### **Tabla 5.1**

Características biológicas de los niños .....	35
---	----

### **Tabla 5.2**

Estado nutricional según longitud para edad de los niños .....	35
--	----

### **Tabla 5.3**

Prevalencia de retardo del crecimiento en niños .....	36
---	----

### **Tabla 5.4**

Patrón de consumo semanal de maíz en las madres y niños.....	36
--	----

### **Tabla 5.5**

Frecuencia de aflatoxinas en el maíz que consumen los niños .....	37
---	----

### **Tabla 5.6**

Exposición a aflatoxinas.....	37
-------------------------------	----

### **Tabla 5.7**

Asociación entre retardo del crecimiento y factores de riesgo por exposición a aflatoxinas en las madres y niños .....	38
---	----



## 1. INTRODUCCIÓN

La desnutrición es una de las causas más importantes de morbilidad y mortalidad en todo el mundo, la mayoría de los niños tienen más riesgo de desnutrirse entre los seis meses (período de rápido crecimiento en el cual la leche materna sola no puede cubrir las necesidades nutricionales) y los 2-3 años de edad (cuando el ritmo de crecimiento se hace más lento y los niños ya pueden comer solos).<sup>1</sup> El retardo del crecimiento está vinculado con la aparición de enfermedades no transmisibles más adelante en la vida, así como con el retraso del desarrollo mental y reducción de la capacidad intelectual y su prevención aumenta la probabilidad de producción e ingreso económico en la vida adulta.<sup>2</sup>

Según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, para el periodo 2008-2012 el 48% de los menores de 5 años en Guatemala sufría de cortedad de talla moderada o severa. Guatemala ocupa el sexto lugar a nivel mundial en baja talla para edad.<sup>3</sup> Se estima que las pérdidas económicas derivadas de la desnutrición crónica en Guatemala suman hasta 6 millones de quetzales diarios.<sup>4</sup> La tasa de desnutrición crónica del municipio de San Miguel Panán, Suchitepéquez es de 54.8%, superior a la mediana nacional.<sup>3,5</sup>

La inseguridad alimentaria, ha llevado a los guatemaltecos de escasos recursos a consumir una dieta con muy limitada diversidad. Por sus características culturales, el maíz ha sido por mucho tiempo el principal alimento de los guatemaltecos, sin embargo, las malas condiciones pre y post-cosecha del maíz, pueden resultar en contaminación por los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus Parasiticus*, los cuales producen micotoxinas inhibidoras del crecimiento llamadas “aflatoxinas”. Se encuentran bien documentados los efectos del retraso en crecimiento en animales por exposición a aflatoxinas; en niños hay menos publicaciones, pero se ha documentado la exposición a aflatoxinas desde que el feto se encuentra en el útero y a través de la lactancia materna. En un estudio en Benin, África, se encontró una correlación negativa entre la prevalencia de aflatoxinas unidas a albúmina y aumento del crecimiento en donde, después de 8 meses de seguimiento, el cuartil más alto de aflatoxinas-albúmina en niños se asoció con un retraso del crecimiento medio de 1.7 centímetros en comparación con el cuartil más bajo.<sup>6,7</sup>

En un estudio realizado en el año 2013, se analizó la prevalencia de aflatoxinas en 640 muestras de maíz que se encontraban a la venta en mercados de los 22 departamentos de Guatemala y se encontró que el 73% de las mismas contenían aflatoxinas. Según el estudio

“Cuellos de Botella, barreras relacionadas a la reducción de la desnutrición crónica”, un 70% de la población muestreada, tiene una alta exposición a las aflatoxinas mediante el consumo de maíz contaminado por hongos. El análisis se efectuó en los ocho primeros municipios priorizados por el Plan del Pacto Hambre Cero.<sup>4,8</sup>

De lo anterior, surge la pregunta ¿Está relacionado el consumo de maíz contaminado con aflatoxinas con el retardo del crecimiento en niños? Se cree que la exposición a aflatoxinas y su asociación a la desnutrición crónica pueden contribuir a un serio e importante problema de salud pública en los países menos desarrollados del mundo, sobre todo aquéllos que, como Guatemala tienen como base de la alimentación popular el maíz.

Al observar la alta prevalencia de desnutrición crónica en San Miguel Panán, surgen las interrogantes: ¿Cuál es el estado nutricional según longitud para edad de los niños de 6 a 15 meses del municipio San Miguel Panán durante agosto 2016?, ¿Cuál es la prevalencia de retardo del crecimiento en los niños?, ¿Cuál es la frecuencia de aflatoxinas en el maíz que consumen los niños?, ¿Cuál es la exposición de aflatoxinas en los niños?, ¿Cuál es el patrón de consumo semanal de maíz de las madres de los niños y de los niños?, ¿Hay asociación entre el patrón de consumo de maíz y el retardo del crecimiento?, ¿Existe asociación entre la exposición a aflatoxinas por medio del consumo de maíz y el retardo del crecimiento?

Se realizó un estudio analítico de corte transversal, con una muestra de 67 niños y niñas de 6 a 15 meses de edad, se determinó la prevalencia de baja talla y baja talla severa, se analizó el maíz almacenado para consumo de los hogares de los niños por el método de ELISA, y se evaluó el patrón del consumo de alimentos ricos en maíz de los niños y sus madres. El estudio, determinó la relación entre la exposición a aflatoxinas por medio del riesgo atribuible al consumo de maíz contaminado y el retardo del crecimiento con un nivel de seguridad del 95% y un poder estadístico de 80%.

.

## **2. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar si el consumo de maíz contaminado con aflatoxinas está asociado con el retardo del crecimiento en niños de 6 a 15 meses del municipio de San Miguel Panán durante el mes de agosto del 2016.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 2.1.1** Identificar el estado nutricional de los niños según el indicador longitud para edad.
- 2.1.2** Calcular la prevalencia de retardo del crecimiento en los niños.
- 2.1.3** Describir los patrones de consumo semanal de maíz de las madres y niños.
- 2.1.4** Identificar la frecuencia de aflatoxinas en el maíz que consumen las madres y los niños.
- 2.1.5** Describir la exposición a aflatoxinas en los niños por medio del consumo de maíz.
- 2.1.6** Medir la asociación entre el retardo del crecimiento de los niños y el patrón de consumo de maíz de las madres y los niños.
- 2.1.7** Medir la asociación entre el retardo del crecimiento y la exposición a aflatoxinas por medio del consumo del maíz.





### 3. MARCO TEÓRICO

#### Crecimiento normal del lactante y el preescolar

El crecimiento es un indicador de bienestar general y la falta del mismo se asocia con déficit por enfermedad crónica o infecciones a repetición resultantes de vivir en ambientes poco saludables. En el primer año de vida, el peso al nacer se triplica, y la longitud aumenta en un 50%. A los 24 meses, los niños alcanzan aproximadamente la mitad de su talla adulta final. Entre los 2 y 5 años de edad se espera una ganancia de aproximadamente 2 kg de peso y 7-8 cm de talla anualmente.<sup>9</sup>

El requerimiento medio estimado es la cantidad de un nutriente determinado que permite mantener ritmos de crecimiento y desarrollo satisfactorios o prevenir determinadas carencias nutricionales en los niños y lactantes.<sup>9</sup>

#### Desnutrición infantil

La mayoría de los niños tienen más riesgo de desnutrirse entre aproximadamente los seis meses (período de rápido crecimiento en el cual la leche materna sola no puede cubrir las necesidades nutricionales) y los 2-3 años de edad (cuando el ritmo de crecimiento se hace más lento y los niños ya pueden comer solos). Las familias y los profesionales de la salud sabrán si los niños tienen un estado nutricional normal o están desnutridos pesándolos con regularidad y marcando las medidas de peso y estatura en una tabla de crecimiento.<sup>9</sup>

Se definen cuatro clasificaciones de desnutrición infantil con el fin de determinar la causa probable de la misma, se utilizan las curvas de crecimiento de puntuación Z talla/edad, peso/edad y peso/altura que corresponden respectivamente a desnutrición crónica, global, aguda y obesidad o sobrepeso.<sup>9, 10</sup>

- Desnutrición crónica (talla/edad): se refiere al retardo de altura para la edad. Se asocia normalmente a situaciones de pobreza y se relaciona con dificultades de aprendizaje y menor desempeño económico.
- Desnutrición global (peso/edad): se refiere a la deficiencia de peso por edad, o la también llamada insuficiencia ponderal. Es el índice utilizado para seguir la evolución nutricional de niños y niñas.

- Desnutrición aguda (peso/altura): hace referencia a la deficiencia de peso por altura. También denominada delgadez extrema o emaciación. Resulta de la pérdida de peso asociada a períodos recientes de hambruna o enfermedad que se desarrollan muy rápidamente y son limitados en el tiempo.
- Obesidad o sobrepeso: acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud, y es un desequilibrio energético entre calorías consumidas.<sup>11</sup>

La preocupación por la desnutrición es más pertinente en América Latina y el Caribe por tratarse de una región cuya capacidad en producción alimentaria supera lo requerido para cubrir las necesidades energéticas de la población. Actualmente en América Latina y el Caribe 53 millones de personas carecen de alimentos suficientes para cubrir sus necesidades, 7% de los niños menores de cinco años de edad presentan un peso inferior al normal y 16% de éstos tienen baja talla para su edad.<sup>12</sup>

### **3.1.1 Desnutrición infantil en la región centroamericana**

Centroamérica actualmente se encuentra en un estado nutricional de transición, en donde coexisten tanto las deficiencias nutricionales como la obesidad, fundamentalmente en consecuencia a una mala calidad de la dieta.<sup>11</sup>

#### **3.1.1.1 Desnutrición crónica**

En Centroamérica, tan solo Costa Rica se encuentra por debajo de la media de América Latina y el Caribe y es, con diferencia, el país que presenta menor porcentaje de menores de 5 años con desnutrición crónica. Resalta el caso de Panamá nuevamente, con niveles de desnutrición crónica parecidos a El Salvador y Nicaragua, cuando su PIB per cápita es dos y seis veces superior, respectivamente. Guatemala, por su parte, supera el 50% en cuanto a desnutrición crónica en menores de 5 años.<sup>5</sup>

#### **3.1.1.2 Desnutrición global**

En Centroamérica, Guatemala es el país, que presenta datos más elevados, con un porcentaje de menores de 5 años con insuficiencia ponderal del 25%. Esto contrasta con el porcentaje medio centroamericano del 5,7% (Honduras

con un 8%, El Salvador y Nicaragua con un 6%), y la media latinoamericana de un 4%.<sup>11</sup>

### **3.1.1.3 Desnutrición aguda**

La media centroamericana ronda el 1-2%. Resulta importante indicar que estos niveles no son significativos comparados con las cifras de la población de referencia. La desnutrición aguda no es un problema en la región, a pesar de la ocurrencia de casos en áreas esporádicas de algunos países.<sup>11</sup>

### **3.1.1.4 Obesidad y desnutrición**

Costa Rica es el país que mayor porcentaje de menores de 5 años con sobrepeso presenta, seguido de Panamá, aunque cabe destacar que en ambos países la cifra data de 1996 y 1997 respectivamente, por lo que los datos pueden haber variado considerablemente. El resto de los países se mantienen igualmente con porcentajes considerables, que rondan el 5,8%. Esto se debe sin duda a una mala calidad de la dieta, basada en alimentos hipercalóricos, ricos en grasa, sal y azúcares, pero pobres en vitaminas, minerales y otros micronutrientes, y con poca variedad de productos dentro de la canasta básica.<sup>11</sup>

## **3.1.2 Efectos de la desnutrición en el desarrollo infantil en la región centroamericana**

### **3.1.2.1 Efectos en el desempeño escolar**

En la región centroamericana, la población no desnutrida presenta porcentajes promedio de repitencia cercanos a 9% en educación básica y 17% en media. Por su parte, en promedio, el 14% de los menores que sufrieron desnutrición y que acceden a educación básica reprueban en este nivel y 26% lo hacen en educación media. En ambos grupos, es en Guatemala y Nicaragua donde se presenta las mayores proporciones de repeticiones del nivel básico (sobre 50% más que el promedio); mientras en Guatemala y Panamá se dan relativamente más casos del nivel medio (bordeando el doble del promedio). Por su parte, el total de niños que repiten por causas asociadas a la desnutrición suman 128.695 en el año 2004 (71% ocurre en el nivel básico). Esto representa un 9,9% del total de casos de

repitencia reportados en el mismo año. Casi dos tercios del total de repitentes corresponden a niños guatemaltecos. Le sigue Honduras con 1/7 del total de casos de la subregión y 11% de los del país. En el lado opuesto están Panamá y Costa Rica, en los cuales, dado las menores tasas de desnutrición y mayores coberturas de educación, dichas proporciones no superan el 5% del total de repitentes.<sup>12</sup>

En el caso de la deserción, para el conjunto de los países, un 39% de los alumnos que no han sufrido desnutrición no terminarán el ciclo básico y lo mismo ocurrirá con el 49% de los que ingresan al ciclo medio. Entre los desnutridos, en cambio, estos porcentajes se elevan a 59% para el ciclo básico (sobre 50% en cinco de los siete países) y 72% en media, llegando a más de 90% en Guatemala y Nicaragua, 72% a 82% en Panamá y Costa Rica, y bajo 50% en Honduras y El Salvador.<sup>12</sup>

En el estudio longitudinal del oriente en Guatemala, realizado por el INCAP, se ha demostrado, en sus tres etapas, que las condiciones adecuadas del estado nutricional son indispensables en el desenvolvimiento del desarrollo humano a nivel individual, comunitario, local y nacional. La importancia que ha adquirido el tema de la nutrición en el desarrollo se fundamenta en los resultados de muchos estudios (The World Bank, 2006; Behrman, Martorell, Flores y Stein, 2005; Ruel, Rivera y Martorell, 1994; Fuentes, Hernández. y Pascual, 2001) realizados por INCAP en Guatemala, y otros realizados por un sinnúmero de centros de investigación en todo el mundo, en donde todos demuestran los efectos directos que tiene el mejoramiento del estado de la nutrición y la salud, desde la concepción hasta los primeros tres años de vida, en el potencial de crecimiento y desarrollo del ser humano, incluyendo el desarrollo de la inteligencia, la personalidad y la conducta social, así como la productividad física e intelectual en el adulto. La evidencia científica sobre la relación entre nutrición, productividad y crecimiento económico se sistematiza en tres tipos de efectos; en primer lugar, las pérdidas directas en productividad física, las pérdidas indirectas por baja escolaridad y rendimiento educativo, y finalmente, las pérdidas en recursos por costos incrementales en la atención de salud.<sup>13,14</sup>

## Retraso del crecimiento y desnutrición crónica

La desnutrición crónica, que se refleja en el retraso del crecimiento, es medible como una baja talla para la edad del niño, se da como consecuencia de enfermedades recurrentes y/o una ingesta alimentaria deficiente y prolongada. Este tipo de desnutrición disminuye permanentemente las capacidades físicas, mentales y productivas del individuo cuando ocurre entre la gestación y los treinta y seis meses.<sup>15,16</sup>

En todo el mundo, el retraso del crecimiento lineal es la forma más prevalente de falta de crecimiento; comienza al nacimiento y sigue a lo largo de los dos primeros años de vida. Una vez que cesa el retraso en el crecimiento, los niños ganan peso y talla similares a la norma de referencia, pero el déficit en talla es permanente. Como resultado de una mayor pérdida en el crecimiento lineal en comparación con la ganancia de peso, la mayoría de los niños tienden a tener relaciones de peso para la talla por encima de la mediana de la norma de referencia, lo cual indica una tendencia al sobrepeso, que pone a los niños en riesgo futuro de padecer enfermedades crónicas. Los patrones de riesgo específicos por edad con respecto al retraso en el crecimiento son similares en todos los países sin importar los muy variados niveles de retraso, lo que confirma que los primeros dos años de vida representan una ventana de oportunidad crítica para mejorar la nutrición.<sup>17,18</sup>

Las pruebas acumuladas indican que la desnutrición tiene efectos generalizados sobre el estado de salud inmediato y la supervivencia, así como sobre el rendimiento posterior. No sólo incluyen efectos agudos sobre la morbilidad y mortalidad, sino también efectos a largo plazo sobre el desarrollo cognitivo y social, la capacidad de trabajo físico, la productividad y el crecimiento económico. La magnitud de los efectos tanto agudos como a largo plazo es considerable.<sup>9</sup>

## Situación de desnutrición crónica en Guatemala

Según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) 161 millones de niños menores de 5 años tienen retardo del crecimiento en todo el mundo. La prevalencia de desnutrición crónica en el país el año 2012 fue del 58.2%, lo que coloca a Guatemala como el país con más desnutrición de América Latina

y el Caribe y el sexto país a nivel mundial. La prevalencia de desnutrición crónica es significativamente más alta en el área rural (58.6%) en comparación con el área urbana (34.3%) así como en la población indígena (65.9%) comparada a la población no indígena (36.2%).<sup>5,13,19</sup>

Para el año 1969 la baja talla en Guatemala afectaba a casi el 60% de niños menores de cinco años, a sus madres y a sus padres, como lo reflejan los datos sobre el promedio de la estatura en adultos. Análisis que relacionan estos datos con los censos actuales sugieren que, la reducción de la prevalencia de desnutrición crónica ha sido relativamente baja en comparación a otros países del área centroamericana. Efectivamente, la tendencia a la disminución en desnutrición crónica que se observa en Guatemala, expresada en puntos porcentuales reducidos por año, es de 0.5 punto porcentual desde 1965 al año 2008. El ritmo de mejoramiento es considerablemente bajo, en comparación con lo que se ha descrito en el caso de países con programas exitosos, en los que se documenta una reducción de 3 puntos porcentuales por año. (13) San Miguel Panán ocupa el primer lugar a nivel departamental en prevalencia de desnutrición crónica en escolares de primer grado de primaria con una tasa de 54.8%.<sup>5</sup>

Un estudio de seguimiento de 40 años de duración llamado “El estudio del Oriente”, documentó en varias generaciones de niños de cuatro comunidades del oriente de Guatemala el beneficio de una alimentación con un atol rico en proteínas (leche y una mezcla vegetal) que resultó en adultos más altos y más capaces de generar un ingreso económico superior, así como alcanzar niveles educativos más elevados que quienes recibieron solo una refacción constituida por un refresco suplementado con vitaminas y minerales. El estudio estableció una relación directa entre beneficios persistentes y una mejoría en la nutrición infantil en el estado físico adulto, escolaridad, habilidades cognitivas y la productividad económica. El estudio fue particularmente influyente porque demostró, mediante un grupo rigurosamente seleccionado al azar, el impacto de una intervención nutricional en varios resultados de los niños, como peso al nacer, crecimiento infantil. Los datos también proporcionaron evidencia directa del impacto de la inversión en nutrición infantil en la formación de capital humano.<sup>14</sup>

En Centroamérica, los Programas de Seguridad Alimentaria (PESA), ejecutados por FAO y los Ministerios de Agricultura de Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador, han incorporado un componente en su análisis: el fortalecimiento Institucional. En efecto, aumentar las capacidades de las familias en torno a grupos de interés, de las comunidades, los municipios y el propio Estado, no se puede considerar como un elemento transversal más, sino como un componente más que los programas, políticas y estrategias deberían alcanzar junto a la disponibilidad, el acceso, el consumo y el buen aprovechamiento biológico.<sup>20</sup>

Las Naciones Unidas han creado un programa de Metas para un Desarrollo Sostenible, que busca elaborar prioridades de desarrollo y recursos por los próximos 15 años. La propuesta del programa, adoptada en septiembre del 2015, consiste en 17 metas y 169 objetivos en donde el país ha sido incluido. El programa hace énfasis en que una buena nutrición contribuye a metas relacionadas a la pobreza, salud, educación, género, trabajo, crecimiento, inequidad y cambios climáticos; adicionalmente señala que existe evidencia creciente y consistente que al mejorar las prácticas de nutrición se pueden generar grandes retornos económicos. Lo anterior en base a que, la desnutrición crónica está vinculada con la aparición de enfermedades no transmisibles en la vida adulta y por lo tanto una disminución de la productividad de las personas, por lo que prevenir la desnutrición crónica en niños incrementaría su ingreso económico en la vida adulta. No sólo la nutrición contribuye en muchos aspectos a un desarrollo sostenible, además, los resultados a largo plazo incluyen más participación escolar en mujeres, acceso a agua segura y sanidad, y acceso a comida de mejor calidad.<sup>21</sup>

A principios del año 2012 se firmó en el país el Pacto Hambre Cero y para operarlo se presentó el Plan del Pacto Hambre Cero que es una estrategia conjunta de atención a la desnutrición crónica, la desnutrición aguda y la inseguridad alimentaria, que afectan principalmente a la niñez menor de cinco años, que vive en condiciones de pobreza y pobreza extrema. El Plan del Pacto Hambre Cero busca hacer intervenciones, planes y proyectos en materia de seguridad alimentaria y nutricional por parte de la institucionalidad pública y concentrar los esfuerzos que realizan otras instituciones y organizaciones sociales en los diferentes municipios y comunidades del país. Uno de los



objetivos para finales del año 2015 era reducir en 10% la prevalencia de desnutrición crónica en menores de 5 años. Fueron priorizados aquellos municipios de Guatemala que tenían una prevalencia de desnutrición superior a la mediana nacional (42.8%).<sup>4,19</sup>

El plan de Pacto Hambre Cero ha propuesto una serie de acciones enfocadas a poblaciones vulnerables en el espacio de oportunidad de la ventana de los mil días (de la concepción a los dos años de edad) ha sido promovida y apoyada para ser llevada a gran escala. Sin embargo, el comportamiento de las tasas de desnutrición crónica según los grupos de edad, sugiere que la ventana de oportunidad en la población estudiada es mucho más corta, se enfatiza en la necesidad de acrecentar la atención en el período gestacional y en el primer año de vida. Lo anterior alerta sobre la necesidad de revisar que se cumplan todas y cada una de las acciones propuestas para este período muy temprano del ciclo de la vida.<sup>19</sup>

Países como Brasil han superado niveles tan altos como los de Guatemala de desnutrición crónica con un programa de hambre cero serio y libre de corrupción. Asimismo, México con su programa Oportunidades ha sacado a muchos pueblos del problema de la desnutrición crónica. Honduras y Nicaragua han tenido más éxito que Guatemala con las transferencias económicas condicionadas al buen crecimiento de los niños, pero todos estos casos han tenido evaluaciones de impacto externas serias y oportunas para enderezar el rumbo cuando se considera necesario. Lamentablemente el gobierno que promulgó el plan Hambre Cero no permitió las evaluaciones externas serias desde la línea base del proyecto y la corrupción campante impidió alcanzar el éxito propuesto.<sup>22</sup>

Al persistir la disparidad de las tasas de desnutrición crónica entre los grupos rurales en comparación con los urbanos se alerta sobre la necesidad de maximizar los esfuerzos por alcanzar a aquellas poblaciones más alejadas e históricamente menos atendidas. Esto implica presencia estable, con plataformas estructurales de atención y servicios de calidad y ampliación real de la cobertura territorial con provisión adecuada de los insumos para la entrega de los bienes y servicios planificados.<sup>23</sup>

## Factores de riesgo para desnutrición crónica

La desnutrición está causada por aporte insuficiente de nutrimentos o por una alteración en su utilización. Los factores predisponentes en los menores de cinco años son:

- Interrupción de la lactancia materna
- Prácticas inadecuadas de ablactación
- Uso inadecuado de alimentos
- Infecciones frecuentes
- Trastornos de la inmunidad

La forma más frecuente de desnutrición crónica es la baja talla, que frecuentemente se inicia en la etapa prenatal por insuficiente nutrición materna y restricción uterina. Las causas de desnutrición después del nacimiento incluyen factores externos a la alimentación del niño tales como crecimiento inconsistente, bajo peso al nacer, diarrea, infección por el VIH y otras enfermedades infecciosas. Más frecuentemente, las causas de baja talla suelen estar relacionadas con prácticas de alimentación infantil inadecuadas que conllevan a deficiencias de nutrientes específicos (p. ej., yodo, vitamina A, hierro y zinc), las cuales son causadas por ingresos familiares limitados, producción agrícola limitada, inseguridad alimentaria, degradación medioambiental y urbanización.<sup>24</sup>

La ablactación antes de los 6 meses de edad constituye un factor de riesgo para la desnutrición, además de exponer tempranamente al lactante a ciertos alimentos que pueden crear una reacción cruzada y causar intolerancia; también da lugar a una mayor disposición a consumir maíz expuesto a aflatoxinas. Asimismo, el inicio temprano de la complementación alimentaria expone al lactante a contraer ciertas enfermedades por el consumo de alimentos contaminados, además el contacto prematuro de los alimentos con el sistema gastrointestinal aún inmaduro del lactante predispone en muchas ocasiones al desarrollo de lesiones intestinales con el consecuente síndrome de malabsorción. Por el otro lado, una complementación alimentaria tardía expone al niño a una alimentación sub-óptima en donde la

lactancia materna no aporta los nutrientes necesarios para cumplir con las necesidades según la edad. En Guatemala, según la Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil, a la edad de dos meses el 41% de los niños reciben complementación alimentaria.<sup>25</sup>

En un estudio de Cuello de Botella de barreras relacionadas a la reducción de la desnutrición crónica, se estudiaron aspectos básicos para medir los conocimientos de las madres sobre alimentación complementaria, como la edad a la que se debe introducir alimentos al lactante (como complemento de la leche materna), los factores que garantizan una alimentación de calidad y los momentos clave para el lavado de manos; sólo una cuarta parte de las madres de niñas y niños menores de 6 meses, tiene nociones de calidad, no así el resto de grupos meta, en donde menos del 10% de las entrevistadas tiene un adecuado conocimiento en esta área, manteniendo la tendencia de que el grupo de adolescentes es el más crítico. Una tercera parte de las embarazadas conoce que los alimentos deben introducirse a los seis meses de edad, mientras que solo una quinta parte de las adolescentes conoce esta práctica. El 45.6% de las madres de niñas y niños de 6 a 24 meses reportó la introducción oportuna de alimentos a los seis meses de edad, estando muy por debajo de la meta definida para este indicador de 85%. Un porcentaje similar de niños recibió una dieta mínima aceptable.<sup>4</sup>

Las causas de la desnutrición crónica se deben a la interacción de la serie de factores ya mencionados. Adicional a lo anterior, se encuentran bien documentados los efectos de retraso en crecimiento en animales por exposición a aflatoxinas; en niñas y niños hay menos publicaciones, pero se ha documentado la exposición a aflatoxinas desde que el feto está en el útero y a través de la lactancia materna. Las dietas durante la ablactación pueden exponer a las niñas y niños a aflatoxinas. En una revisión reciente, se sugiere que la exposición a aflatoxinas y su asociación a la desnutrición crónica pueden contribuir a un serio e importante problema de salud pública en los países menos desarrollados del mundo. La validación de marcadores de exposición a aflatoxinas en suero y orina han dado un gran apoyo para el desarrollo de estudios epidemiológicos que demuestran la asociación entre exposición a aflatoxinas y la desnutrición crónica en África.<sup>4, 7, 26, 27, 28, 29</sup>

## Diagnóstico de desnutrición crónica

El estado nutricional se puede determinar a partir de la evaluación de los signos clínicos de desnutrición, de indicadores bioquímicos y de valores antropométricos. De éstos métodos diagnósticos es la antropometría el más utilizado y estandarizado, ya que es rápido y fácil de realizar además de que tiene ventaja sobre los otros métodos, ya que los indicadores clínicos y bioquímicos son útiles únicamente en los extremos del espectro de la desnutrición, mientras que las mediciones corporales son sensibles a todo lo largo del espectro.<sup>16, 30</sup>

La evaluación del crecimiento físico de los niños menores de 5 años, con edades comprendidas entre los 0 años y 4 años 11 meses, mediante el indicador talla para la edad ha permitido contar con información primaria sobre el estado nutricional de la población. Los censos de talla en niños y niñas menores de 5 años se convierten en instrumentos adicionales para dar respuesta a las necesidades de información a mediano plazo, respecto a la cuantificación de los logros en desarrollo humano como resultado de acciones sociales asociadas, sostenidas y de cambios económicos.<sup>5</sup>

Los censos de talla se realizan entre niños de primer año escolar, por lo que se pierde la cohorte de niños de hasta 24 meses de edad, misma que aún puede responder a intervenciones oportunas para evitar el daño permanente inducido por el retardo en talla.<sup>10</sup>

## Antropometría

La longitud es la medición de la estatura a niños menores de 2 años en decúbito supino utilizando un infantómetro.

La técnica determina que el niño debe estar descalzo, con los pies formando un ángulo de 90 grados y la cabeza con el plano de Frankfurt a escala vertical; luego se desliza el cartabón hasta tocar los pies del niño.

Las líneas de referencia de las curvas de crecimiento se llamas líneas de puntuación Z, también conocidas como puntuación de desviación estándar (DE). Las puntuaciones Z se usan para describir la distancia que hay entre una medición y la mediana. Un indicador se incluye en una determinada

definición si al ser marcado se ubica por encima de o por debajo de una línea de puntuación z en particular.

La longitud o talla para edad se clasifica de la siguiente manera:

- Por debajo de -2 desviaciones estándar: Baja talla
- Por debajo de -3 desviaciones estándar: Baja talla severa

Las mediciones serán marcadas en las líneas de las gráficas en donde el eje X representa la edad en meses y el eje Y representa la longitud/talla en centímetros.<sup>10</sup>

En el año 2005, la OMS presentó nuevos patrones para evaluar el crecimiento infantil que, a diferencia de la anterior, fueron diseñados en base a una muestra representativa de todos los continentes, con niños que han recibido lactancia materna exclusiva y cuidados de salud ideales. Junto con la talla sentada y la longitud de la extremidad superior constituyen indicadores del crecimiento lineal. Se utilizan estadiómetros con una precisión mínima de 0.5 cm.<sup>10, 37</sup>

## Inseguridad alimentaria

La inseguridad alimentaria, el hambre y la desnutrición a menudo se consideran un espectro continuo, de modo que la inseguridad alimentaria conduce al hambre y, en último término, si éste es suficientemente acusado o prolongado, a la desnutrición.<sup>9</sup>

El concepto de seguridad alimentaria surge en la década del 70, basado en la producción y disponibilidad alimentaria a nivel global y nacional. En los años 80, se añadió la idea del acceso, tanto económico como físico. Y en la década del 90, se llegó al concepto actual que incorpora la inocuidad y las preferencias culturales, y se reafirma la seguridad alimentaria como un derecho humano. Según el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), la seguridad alimentaria nutricional "es un estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar general que coadyuve al logro de su

desarrollo". Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), desde la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) de 1996, la seguridad alimentaria "a nivel de individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana". En esa misma cumbre, dirigentes de 185 países y de la comunidad europea reafirmaron, en la declaración de Roma sobre la seguridad alimentaria mundial, "el derecho de toda persona a tener acceso a alimentos sanos y nutritivos, en consonancia con el derecho a una alimentación apropiada y con el derecho fundamental de toda persona a no padecer hambre." <sup>11</sup>

Los cuatro pilares de la seguridad alimentaria y nutricional (SAN) consisten en:

- a. Disponibilidad: de alimentos a nivel local o nacional, tiene en cuenta la producción, las importaciones, el almacenamiento y la ayuda alimentaria. Para sus estimaciones se han de tener en cuenta las pérdidas post cosecha y las exportaciones.
- b. Estabilidad: se refiere a solventar las condiciones de inseguridad alimentaria transitoria de carácter cíclico o estacional, a menudo asociadas a las campañas agrícolas, tanto por la falta de producción de alimentos en momentos determinados del año, como por el acceso a recursos de las poblaciones asalariadas dependientes de ciertos cultivos. En este componente juegan un papel importante: la existencia de almacenes o silos en buenas condiciones, así como la posibilidad de contar con alimentos e insumos de contingencia para las épocas de déficit alimentario.
- c. Acceso y control: sobre los medios de producción (tierra, agua, insumos, tecnología, conocimiento) y a los alimentos disponibles en el mercado. La falta de acceso y control es frecuentemente la causa de la inseguridad alimentaria, y puede tener un origen físico (cantidad insuficiente de alimentos debido a varios factores, como son el aislamiento de la población, la falta de infraestructuras) o económico (ausencia de recursos financieros para comprarlos debido a los elevados precios o a los bajos ingresos).
- d. Consumo y utilización biológica de los alimentos: El consumo se refiere a que las existencias alimentarias en los hogares respondan a las necesidades nutricionales, a la diversidad, a la cultura y las preferencias alimentarias.

También hay que tener en cuenta aspectos como la inocuidad de los alimentos, la dignidad de la persona, las condiciones higiénicas de los hogares y la distribución con equidad dentro del hogar. La utilización biológica está relacionada con el estado nutricional, como resultado del uso individual de los alimentos (ingestión, absorción y utilización). La inadecuada utilización biológica puede tener como consecuencia la desnutrición y/o la malnutrición. Con frecuencia se toma como referencia el estado nutricional de los niños y las niñas, pues las carencias de alimentación o salud en estas edades, tienen graves consecuencias a largo plazo y a veces permanentes.<sup>11</sup>

### Inseguridad alimentaria en la región centroamericana

En un análisis de la situación de la seguridad alimentaria nutricional (SAN) en Centroamérica se consideraron las dimensiones de disponibilidad, estabilidad, acceso e consumo y utilización. El análisis de la suficiencia se hizo sobre la base del suministro de energía alimentaria (SEA) de un país, por medio de las hojas de balance de la FAO, comparando el resultado con el requerimiento mínimo necesario para la sobrevivencia, en función de su distribución etaria y sexo, con un nivel mínimo de actividad física (alrededor de 1 800 kcal/día). Con el fin de incorporar el diferencial de necesidades de energía resultante de la actividad de las personas con una actividad normal, se utilizó el requerimiento medio (alrededor de 2.100 kcal/día). El análisis comparativo entre el suministro de energía alimentaria y los requerimientos medios anuales de cada uno de los países centroamericanos, mostró que para el período 1990-2000 (como distancias porcentuales del primero respecto de los segundos, que oscilan entre 1.947 y 2.116 kcal/persona/día), todos los países contaron con una cantidad de kilocalorías mayor que sus requerimientos medios de energía, pero el margen sería insuficiente para sobreponerse a las heterogeneidades internas de acceso. Costa Rica muestra un suministro estable y superior en alrededor de 30%, aunque ello no sería suficiente para erradicar la subnutrición, no obstante, su bajo nivel de desigualdad de acceso a los alimentos. Los demás países presentan mayor desigualdad, por lo que requieren una mayor oferta de alimentos para cubrir sus requerimientos medios y erradicar la subnutrición. Con distinta variabilidad en el tiempo, El Salvador, Panamá y Honduras llegaron al final de la década con un suministro en torno de 20% superior y Nicaragua con sólo alrededor de 10% superior. La situación más preocupante se presenta en

Guatemala, donde se ha experimentado una progresiva disminución del SEA, para situarse en torno del 5% sobre el requerimiento promedio, lo que es coincidente con sus altos niveles de desnutrición y subnutrición.<sup>1</sup>

#### Aflatoxinas y retardo del crecimiento

Las aflatoxinas son metabolitos secundarios del hongo *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Estas especies de hongos son comunes en el ambiente y cuando contaminan las semillas o el suelo, se introducen en la plantación desde el principio. Alimentos como el maíz y las manías, frecuentemente consumidos en regiones tropicales y sub-tropicales del mundo, muchas veces están llenos de aflatoxinas que no son detectadas por las autoridades de estos países que no implementan controles a diferencia de los países desarrollados. Los factores que influyen en si estos hongos producen o no aflatoxinas incluyen stress por sequía y exceso de lluvias, daño por insectos y prácticas agrícolas principalmente post-cosecha (durante almacenamiento, transporte y proceso). El maíz y las manías son las principales fuentes de exposición de aflatoxinas en humanos debido al elevado consumo de los mismos en todo el mundo, por lo que la población expuesta asciende a varios miles de millones.<sup>7</sup>

Las aflatoxinas son bien conocidas como potentes carcinógenos del hígado. (32,33,34) Relativamente menos mencionado en la literatura es la asociación entre la exposición a aflatoxinas y falta de crecimiento en niños. La exposición a aflatoxinas es común en África, Asia y en otros países donde el grado de contaminación no ha sido documentado, como en Guatemala, pero que al igual que África y Asia, las tasas de desnutrición crónica son de las más elevadas del mundo.<sup>4</sup>

De acuerdo con estudios realizados en África (26,35), se ha encontrado una asociación entre la presencia de aflatoxinas en alimentos y la prevalencia de desnutrición crónica, demostrada con bioindicadores asociados con el consumo de aflatoxinas a través de la leche materna y la medición de la exposición a metabolitos de aflatoxinas en sangre de las niñas y niños afectados con desnutrición crónica.<sup>4,35</sup>

La dirección federal de fármacos y alimentos de los Estado Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) ha fijado los niveles máximos tolerables de aflatoxina en alimentos para consumo humano y animal. Por consiguiente, una determinación exacta de la



presencia de esta toxina debería ser de gran importancia para quienes controlan la calidad de los alimentos para consumo humano y alimentos para consumo animal en los que la aflatoxina pueda aparecer. La comprobación de la aflatoxina en estos productos requiere muestreos, obtención de extractos químicos, saneamientos y análisis cuantitativos exhaustivos.

La FDA ha publicado en el normativo para aflatoxina para seres humanos en todos los alimentos excepto la leche, que se considera un nivel tóxico en los alimentos cuando el mismo es o está por arriba de 20 ppb (partes por billón).<sup>40</sup>

#### Prevalencia de aflatoxinas en el maíz de Guatemala

En un estudio realizado en el año 2013 se determinó la prevalencia de aflatoxinas en 640 muestras de maíz que se encontraba a la venta en mercados locales de los 22 departamentos de Guatemala. Estos análisis permitieron concluir que el maíz de tierras bajas de Guatemala tiene niveles significativamente más elevados de aflatoxinas que el de tierras altas (ubicadas a >1000 m de altitud) y que los niveles más elevados de aflatoxinas (AF) reflejan AFB1 y se observan en Petén, Baja Verapaz, Izabal y Suchitepéquez. Petén y Suchitepéquez son la principal fuente de maíz guatemalteco a la venta porque sus excedentes de producción son los mayores. La AFB1 es la forma más abundante de aflatoxina B en Guatemala, diez veces más abundante que la AFB2.<sup>8</sup>

El de las madres con niños o niñas entre 6 y 24 meses que habitan en los diez municipios con mayor prevalencia de retardo en talla consume más de 4,750 gramos (10.47 libras) a la semana de maíz. En el caso de los niños y niñas se estableció que el promedio de la cantidad de maíz consumido por ellos es de 593 gramos (1.31 libras) semanales. En promedio un niño entre 6 y 24 meses de edad de estas regiones está expuesto a 220.3 ppb de aflatoxinas/Kg de peso corporal/día.<sup>8</sup>

Se investigó la presencia de aflatoxinas en Incaparina en el estudio anterior. Incaparina es una harina compuesta de maíz y semilla de algodón con vitaminas, minerales y un preservante, añadidos. Se ha mercadeado como un suplemento rico en proteínas, particularmente para niños cuyas dietas son deficientes en proteínas. De acuerdo con estimados, el 80% de los niños de Guatemala durante su primer año de edad son alimentados con INCAPARINA para proveer una dieta adecuada.

Ocho muestras de Incaparina fabricada en Guatemala, fueron recolectadas. Cinco eran de tres diferentes regiones geográficas dentro de los Estados Unidos y tres eran de Guatemala. Siete muestras fueron analizadas para contaminación fúngica y aflatoxinas. *Aspergillus flavus* fue el hongo predominante en todas las muestras compradas en los Estados Unidos y en una muestra comprada de Guatemala, mientras que *Fusarium verticillioides* estuvo presente en solo dos muestras (una de Estados Unidos y otra de Guatemala). Todas las muestras contenían aflatoxinas, en rangos de 3 a 214 ng/g y <2 a 32 ng/g para aflatoxina B1 y aflatoxina B2, respectivamente y una muestra contenía Aflatoxina G1 (7ng/g). Las aflatoxinas totales presentes oscilaron entre 3 y 244 ng/g. La identidad de aflatoxina B2 fue confirmada usando tanto la derivatización química y el análisis por HPLC-Masa. Se recomendó la acción regulatoria apropiada para la importación de Incaparina, la cual está en efecto desde el 22 de diciembre de 1988.<sup>39</sup>



## 4. POBLACIÓN Y MÉTODOS

Tipo y diseño de la investigación

**4.1.1** Enfoque: cuantitativo

**4.1.2** Tipo de investigación: analítico

**4.1.3** Diseño: transversal

Unidad de análisis

### **4.1.1 Unidad Primaria de Muestreo:**

Niños entre 6 a 15 meses de edad de las comunidades de San Miguel Panán.

### **4.1.2 Unidad de Análisis:**

Datos epidemiológicos y nutricionales registrados en el instrumento diseñado para el efecto, muestra de maíz que consumen los niños y adecuación longitud/edad.

### **4.1.3 Unidad de Información:**

Niños y niñas del municipio, sus madres o encargados y el maíz que consumen los niños.

Población y muestra

Población o universo:

Niños y niñas de 6 a 15 meses de edad que viven en el municipio de San Miguel Panán.

### **4.1.4 Marco muestral:**

Niños y niñas de 6 a 15 meses de edad que viven en las comunidades de San Miguel Panán y cuyos progenitores voluntariamente participaron en el estudio y firmaron o colocaron huella digital en el asentimiento informado.

#### 4.1.5 Cálculo de la muestra:

Datos:

P1: Riesgo en expuestos: 55,000%

P2: Riesgo en no expuestos: 18,333%

RR: Riesgo relativo a detectar: 3,000

Razón no expuestos/expuestos: 1,00

Nivel de confianza: 95,0%

Potencia: 80%

Con estos datos, para el cálculo del tamaño muestral (n) se utilizó la expresión:

$$Z^2_{1-\alpha/2} \frac{\left[ \frac{(1-p_1)}{p_1} + \frac{(1-p_2)}{p_2} \right]}{\log_e(1-\epsilon)^2}$$

En donde los valores  $z_{1-\alpha/2}$  y  $z_{1-\beta}$  son valores que se obtienen de la distribución normal estándar en función de la seguridad y el poder elegidos para el estudio. En particular, para una seguridad de un 95% y un poder estadístico del 80% se tiene que  $z_{1-\alpha/2} = 1,96$  y  $1 - \epsilon = 0.84$ . Datos verificados con EPIDAT.

Potencia (%)	Tamaño de la muestra*		
	Expuestos	No expuestos	Total
80,0	32	32	64

\*Tamaños de muestra para aplicar el test  $\chi^2$  con la corrección por continuidad de Yates ( $\chi^2$ ).

#### **4.1.5.1 Técnica de muestreo**

Para la recolección de datos se utilizó el muestreo por conveniencia hasta completar el número de casos. Se recorrió una comunidad por día y se obtuvieron los datos de la encuesta, las medidas antropométricas y la muestra de maíz en cada vivienda de las madres que aceptaron participar en el estudio.

Selección de los sujetos a estudio

#### **4.1.6 Criterios de inclusión**

- 4.1.6.1 Niños y niñas entre 6 y 15 meses de edad que habitan en el municipio de San Miguel Panán.
- 4.1.6.2 Niños cuyas madres incluyen maíz en su dieta y que estén iniciando una dieta complementaria
- 4.1.6.3 Hijos e hijas de madres que aceptaron voluntariamente participar y consientan por escrito

#### **4.1.7 Criterios de exclusión**

- 4.1.7.1 Niños que no habitan en el municipio de San Miguel Panán
- 4.1.7.2 Niños con alguna discapacidad física o mental
- 4.1.7.3 Niños con defectos del aparato digestivo o la cavidad oral, trastornos endócrinos, metabólicos o con enfermedades congénitas.

## Medición de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN
Edad	Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales. <sup>36</sup>	Edad en años anotado en el registro clínico	Cuantitativa discreta	Razón	Meses
Sexo	Condición orgánica masculina o femenina de una persona. <sup>36</sup>	Identidad sexual referida por la madre o encargado	Cualitativa Dicotómica	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masculino</li> <li>• Femenino</li> </ul>
Estado nutricional según longitud/edad	Situación en la que se encuentra un infante en relación con la ingesta y adaptaciones fisiológicas que tienen lugar tras el ingreso de nutrientes a largo plazo. <sup>26</sup>	Ubicación del puntaje Z dentro de las curvas de patrones de crecimiento infantil de la OMS para longitud según edad	Cualitativa	Ordinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor a -2: normal</li> <li>• Menor o igual a -2: baja talla</li> <li>• Menor o igual a -3: baja talla severa</li> </ul>
Consumo de maíz semanal de la madre	Cantidad de maíz ingerida por la madre en diferentes preparaciones durante la semana anterior. <sup>14</sup>	Cantidad de maíz en gramos equivalente a las unidades de las diferentes comidas que refiera la madre que consumió en la semana	Cuantitativa continua	Razón	Gramos por semana (gr/sem)

		anterior durante la encuesta. Alto >4750 gr			
Consumo de maíz semanal del niño/a	Cantidad de maíz ingerida por el niño/la niña en diferentes preparaciones durante la semana anterior. <sup>14</sup>	Cantidad de maíz en gramos equivalente a las unidades de las diferentes comidas que refiera la madre que consumió el niño en la semana anterior durante la encuesta. Alto >550 gr	Cuantitativa continua	Razón	Gramos por semana (gr/sem)
Aflatoxinas en el maíz	Micotoxinas AF1 y AF2 que contaminan al maíz para consumo humano. <sup>4</sup>	Resultado del análisis de ELISA para aflatoxinas de las muestras de maíz. Se mide en partes por billón y se clasifica de la siguiente forma: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normal: menor a 20 ppb</li> <li>• Alto: mayor o igual a 20 ppb</li> </ul>	Cuantitativa continua	Razón	Partes por billón (ppb)
Exposición a aflatoxinas	Exposición de una persona a aflatoxinas por medio del consumo de	Nanogramos de aflatoxina por kilogramo de peso del niño por día) de	Cuantitativa continua	Razón	Nanogramos por kilogramo de peso al día (ng/kg*día)



	maíz contaminado. <sup>8</sup>	consumo de aflatoxinas Sí>0 ng/kg*día No=0 ng/kg*día			
--	-----------------------------------	---	--	--	--

Técnicas, procesos e instrumentos utilizados en la recolección de datos

#### 4.1.8 Técnicas de recolección de datos

Entrevista: para la realización de la investigación se evaluaron las características de consumo de maíz de los niños y sus madres por medio de entrevistas con preguntas cerradas y dirigidas específicamente a las madres o encargados.

Medición de longitud: técnica utilizada por tesista previamente estandarizada por nutricionista experto Hector Gamero. Se colocó al niño sobre un tallímetro genérico de madera (ajustado según las guías), en decúbito supino, con la cabeza, los hombros, la espalda y los talones en contacto con el infantómetro, los talones deben formar un ángulo de 90° y la cabeza con el plano de Frankfurt a escala vertical, deslizando el cartabón hasta tocar los talones del niño. Se leyó la medida aproximándola al 0,1 cm. más cercano.<sup>10</sup> Posteriormente se calculó la adecuación de longitud para edad según las gráficas de la OMS para determinar el puntaje Z de cada niño, y se corroboró mediante el programa gratuito Who Anthro.

Muestras de maíz: se obtuvo una muestra del maíz de los hogares de cada madre/niño, se tomó una alícuota de media libra de maíz crudo y posteriormente se hizo un extracto químico del mismo y se analizó mediante pruebas de ELISA para detectar aflatoxinas marca Veratox® de Neogen.

Prueba de ELISA para aflatoxina: Veratox para aflatoxina es un enzimoimmunoanálisis por absorción (ELISA por sus siglas en inglés) directo competitivo en un formato de micropocillos que permite obtener concentraciones exactas expresadas en partes por billones (ppb). Se permite que la aflatoxina libre de muestras y controles compita con la aflatoxina enzimomarcada (el conjugado) por los sitios de absorción de los anticuerpos. Tras un lavado se agrega un sustrato que reacciona con el conjugado absorbido para producir el color azul. Más color azul significa menos aflatoxina. El análisis se lee en un lector

de micropocillos para obtener densidades ópticas. Cuando las densidades ópticas de los controles han formado la curva típica, se traza un gráfico de las densidades ópticas de la muestra contra dicha curva para calcular la concentración exacta de aflatoxina. Las pruebas proporcionan resultados de la muestra precisos en partes por millón o partes por mil millones y cuenta con las validaciones USDA/GIPSA 2015-070 y método oficial AOAC 050901.<sup>8,40</sup>

#### **4.1.9 Procesos**

- a. Revisión por el comité de ética de la USAC
- b. Captación de la muestra de estudio en el Puesto de Salud de San Miguel Panán
- c. Asentimiento informado de las madres
- d. Toma de datos generales y entrevista a madre o encargado
- e. Medición de longitud de la muestra
- f. Toma de muestra de maíz crudo
- g. Charla educativa a padres de familia sobre diversidad de la dieta
- h. Análisis de maíz
- i. Procesamiento y análisis de datos

#### **4.1.10 Instrumentos de medición:**

Para la recolección de datos se utilizó una encuesta dirigida a las madres o encargados con preguntas cerradas. Para calcular el consumo semanal en gramos de maíz de las madres e hijos, se utilizó una hoja electrónica con una encuesta dirigida con preguntas cerradas y se anotó el total en la boleta de recolección de datos.

La medición de longitud fue hecha por la tesista con un infantómetro de madera estandarizado, en los hogares de los niños. La tesista recibió una capacitación y estandarización al respecto por el Licenciado Héctor

Gamero, nutricionista y Master en Salud Pública quien se dedica a estudios de nutrición como jefe de trabajo de campo. Se calculó el puntaje Z, del indicador longitud/edad según las gráficas de la OMS y se verificó mediante el software gratuito Who Anthro.

Las muestras de maíz fueron procesadas y analizadas por la tesista en el laboratorio "Diagnóstico Molecular", que tiene amplia experiencia en el proceso, cuenta con personal capacitado y estándares de aflatoxinas validados. El proceso fue supervisado por la química bióloga Olga Torres, máster en ciencias.

## Procesamiento y análisis de datos

### 4.1.11 Procesamiento de datos

Se revisó la información extraída mediante el instrumento de recolección de datos y se procedió a crear una base de datos en el programa Microsoft Excel, se hizo un doble ingreso y validación.

### 4.1.12 Análisis de datos

Se elaboró una tabla con las características biológicas (sexo y edad), antropométricas (longitud y adecuación talla o longitud para edad), de morbilidad (diarrea severa y neumonía) y de consumo de maíz y contaminación con aflatoxinas y se procedió a realizar una distribución de frecuencias y porcentajes de presentación, se calcularon medidas de tendencia central para las variables cuantitativas incluidas en este objetivo.

Se realizó un análisis descriptivo del comportamiento y la prevalencia del retardo del crecimiento y de los factores incluidos en el estudio.

Se utilizaron los siguientes indicadores:

- Prevalencia de retardo del crecimiento  
 $a+c/n \times 100$
- Prevalencia de exposición a aflatoxinas  
 $a+b/n \times 100$
- Prevalencia retardo del crecimiento en expuestos

$a/a+b \times 100$ .

- Prevalencia de retardo del crecimiento en no expuestos  
 $c/c+d \times 100$

Posteriormente se calculó la asociación estadística ( $\geq 3.84$ , con 1 grado de libertad).

- Significancia estadística: Prueba de Chi cuadrado

$$\chi^2 = \frac{(a * d - b * c)^2 n}{(a + b) * (c + d) * (a + c) + (b + d)}$$

- Intervalo de confianza

$$IC = RP^{(1 \pm (\frac{Z}{\sqrt{\chi^2}}))}$$

Para medir la asociación estadística se utilizó el odds ratio (OR): en donde el cociente  $a/c$  fue la exposición observada en el número de casos y  $b/d$  la observada en los controles.

$$OR = \frac{a * d}{b * c}$$

Exposición a aflatoxinas	Retardo del crecimiento		Total
	Presente	Ausente	
Presente	a	b	a+b
Ausente	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	N

## Hipótesis

$H_0$ : No existe asociación entre la exposición a aflatoxinas y el retardo del crecimiento en niños de 6 a 10 meses.

$H_0$ : OR = 1

$H_a$ : Existe asociación entre la exposición a aflatoxinas y el retardo del crecimiento en niños de 6 a 10 meses.

$H_a$ : OR > 1

$H_0$ : No existe asociación entre el consumo de maíz y el retardo del crecimiento en niños de 6 a 10 meses.

$H_0$ : OR = 1

$H_a$ : Existe asociación entre el consumo de maíz y el retardo del crecimiento en niños de 6 a 10 meses.

$H_a$ : OR > 1

#### Límites de la investigación

#### Obstáculos

Durante el trabajo de campo surgió como obstáculo, la dificultad de encontrar a los sujetos de estudio en las comunidades de San Miguel Panán. Sucede que la falta de urbanización y organización de las comunidades, hacen difícil y peligroso llegar a todas las viviendas. Los hogares de las comunidades no contaban con una dirección para facilitar una segunda visita y los croquis de la comunidad no representan la complejidad de los caminos y senderos que existen. Sumado a esto, en el laboratorio químico, durante el procesamiento de las muestras de maíz, se encontró un kit de ELISA para aflatoxinas que iba a ser donado para la investigación, con los conjugados vencidos, por lo que se presentó la necesidad de comprar otro kit que no estaba en el presupuesto. El kit no se encontraba en stock en Guatemala, y se importó desde México, lo que aumentó su costo y tiempo de adquisición.

Por lo anterior, con fines prácticos, se tomó la decisión de cambiar el diseño de investigación el cual, en un inicio, al igual que el estudio en África acerca de retardo del crecimiento y aflatoxinas<sup>6</sup>, era de cohorte y se planeaba hacer un seguimiento de 4 meses a los niños. Al encontrar una prevalencia de aflatoxinas alta, se decidió cambiar el diseño de investigación para realizar

un estudio analítico transversal, en el cual se utilizaron frecuencias, indicadores y medidas de asociación. Se sabe que el alcance de la investigación sería mucho más amplio por medio de un estudio de cohorte, por lo que se anima a futuros médicos y profesionales de la salud a continuar con esta línea de investigación.

## Alcances

Se logró identificar el estado nutricional según longitud para edad y calcular la prevalencia de retardo del crecimiento de los niños. También se lograron describir los patrones de consumo semanal de maíz de las madres y niños en proceso de ablactación. Se documentó la frecuencia de aflatoxinas en el maíz de los hogares de los sujetos de estudio y se describió la exposición a aflatoxinas en los niños. Por último, se midió la asociación entre el retardo del crecimiento y los patrones de consumo de maíz, así como la asociación entre retardo del crecimiento y exposición a aflatoxinas. Estos datos son un aporte valioso para la identificación de otros factores (además del balance energético y la calidad de la dieta) que afectan el retardo del crecimiento en niños de comunidades rurales.

## Aspectos éticos de la investigación

El protocolo y las formas de asentimiento informado fueron revisados y aprobados por el comité de bioética de la Universidad de San Carlos de Guatemala y los procesos siguieron sus recomendaciones al pie de la letra. No se realizó ninguna medición previa aprobación del protocolo.

### **4.1.1 Categorías de riesgo**

El comité de ética acordó catalogar el proyecto en categoría II riesgo moderado.



## 5. RESULTADOS

En esta investigación se estudiaron a 67 madres y niños de 6 a 15 meses de edad, así mismo, se analizaron 67 muestras del maíz que consumen en los hogares de las madres y niños del municipio San Miguel Panán, Suchitepéquez durante el mes de agosto del año 2016.

En primer lugar, se presentan las características de la muestra, seguido por el estado nutricional de los niños, la prevalencia de retardo del crecimiento, los patrones de consumo de maíz de las madres e hijos, la frecuencia y exposición a aflatoxinas y, por último, se muestra la asociación entre los factores de riesgo relacionados al consumo de maíz contaminado con aflatoxinas y el retardo del crecimiento.

**Tabla 5.1**

**Características biológicas de los niños de 6 a 15 meses del municipio San Miguel Panán, Suchitepéquez durante el mes de agosto del año 2016**  
(n = 67)

<b>Características biológicas</b>	<b>Categorías</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sexo	Femenino	26	39.0
	Masculino	41	61.0
	Total	67	100.0
Edad (meses)	<b>Media de edad</b>		<b>Desviación estándar</b>
	9.63		±2.82



**Tabla 5.2**

**Estado nutricional según longitud/edad de los niños de 6 a 15 meses del municipio San Miguel Panán, Suchitepéquez durante el mes de agosto del año 2016**  
(n = 67)

<b>Características antropométricas</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>IC 95%</b>
Longitud (cm)	68.33	±3.12	67.56 a 69.09
Puntaje Z Longitud/Edad	-1.372	±1.13	-1.648 a -1.096
<b>Categorías</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	
Normal	45	67.0	
Baja talla	16	24.0	
Baja talla severa	6	9.0	
Total	67	100	

**Tabla 5.3**

**Prevalencia de retardo del crecimiento en niños de 6 a 15 meses del municipio San Miguel Panán, Suchitepéquez durante el mes de agosto del año 2016 (n = 67)**

<b>Desnutrición crónica</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>IC 95%</b>
Sí	22	33.00	24.56 a 42.69

**Tabla 5.4**

**Patrón de consumo semanal de maíz en las madres y niños de 6 a 15 meses del municipio San Miguel Panán, Suchitepéquez durante el mes de agosto del año 2016**  
(n = 67)

<b>Consumo de maíz semanal (gramos)</b>	<b>Normal f (%)</b>	<b>Alto f (%)</b>
<b>Madres</b>	10 (15)	34 (51)
<b>Niños</b>	75 (85)	33 (49)
	<b>Valor medio en gramos (<math>\pm</math>DE)</b>	<b>IC 95%</b>
<b>Madres</b>	7508.81 $\pm$ 3128.01	6745.82 a 8271.78
<b>Hijos</b>	622.69 $\pm$ 598.96	367.38 a 659.58

**Tabla 5.5**

**Frecuencia de aflatoxinas en el maíz que consumen los niños de 6 a 15 meses del municipio San Miguel Panán, Suchitepéquez durante el mes de agosto del año 2016**  
(n = 67)

<b>Presencia de aflatoxinas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No	43	64.2
Sí	24	35.8
<b>Media (ppb)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>IC 95%</b>
29.18	$\pm$ 42.33	18.85 a 39.51

**Tabla 5.6**

**Exposición a aflatoxinas por medio del maíz en los niños de 6 a 15 meses del municipio San Miguel Panán, Suchitepéquez durante el mes de agosto del año 2016  
(n = 67)**

<b>Exposición a aflatoxinas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No	43	64.2
Sí	24	35.8
<b>Media (ng/kg*día)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>IC 95%</b>
375.23	±531.32	245.62 a 504.82

**Tabla 5.7**

**Asociación entre retardo del crecimiento y factores de riesgo por exposición a aflatoxinas en las madres y niños de 6 a 15 meses del municipio San Miguel Panán, Suchitepéquez durante el mes de agosto del año 2016 (n = 67)**

<b>Factores de riesgo</b>	<b>X<sup>2</sup> (p)</b>	<b>OR</b>	<b>IC</b>	<b>Valor p</b>
Alto consumo de maíz en madres*	4.995 (0.0254)	3.300	1.134 - 9.602	0.0285
Alto consumo de maíz en niños	0.019 (0.545)	1.371	0.493 - 3.816	0.5452
Exposición positiva a aflatoxinas en niños	2.779 (0.128)	5.250	0.621 - 44.396	0.1279

\*Se investigó el consumo de maíz en las madres por el riesgo de transmisión de aflatoxinas a través de la leche materna.

## 6. DISCUSIÓN

De un total de 67 casos seleccionados al azar, 41 (61%) fueron de sexo masculino y 26 (39%) de sexo femenino, lo que corresponde a una razón masculino/femenino de 1.58. La edad media de los niños y niñas estudiados fue de 9.63 meses.

Del total de niños, 16 (24%) presentaron baja talla para edad y 6 (9%) baja talla severa para la edad. Se encontró que la prevalencia de retardo del crecimiento en los niños de 6 a 15 meses del municipio de San Miguel Panán en el mes de agosto de 2016 fue del 33%. La tasa de retardo del crecimiento en San Miguel Panán es del 54.8%<sup>31</sup>; sin embargo, dicha tasa incluye a todos los niños menores de 5 años. En este estudio, más del 60% de los casos esperados de retardo del crecimiento en menores de 5 años en el municipio, prevalecen entre los 6 a 15 meses de edad, lo que sugiere que este período juega un importante papel en el retardo del crecimiento, quizás porque es el período en donde ocurre la ablactación y los niños inician la exposición a una dieta complementaria con elevado consumo de maíz.

El 85% de las madres con niños entre 6 y 15 meses del municipio San Miguel Panán consume más de 4750 gramos a la semana de maíz, en comparación al 70.3% que señala el estudio “Cuellos de botella” en donde se analizaron los ocho municipios priorizados por el plan pacto hambre cero en Guatemala.<sup>4</sup> Las madres de San Miguel Panán, tienen una media de consumo semanal de maíz de  $7508.81 \pm 3128.01$  gramos, la mayor parte proviene de la tortilla y el pinol.

En los niños el consumo de maíz fue menor al de sus madres, sin embargo el 49% tiene un patrón de consumo alto (mayor a 550 gramos/semana). No existen datos previos de consumo de maíz en niños guatemaltecos, ya que los patrones de consumo varían mucho con la edad y el nivel socioeconómico. Los niños de 6 a 15 meses de San Miguel Panán tiene una media de consumo semanal de maíz de  $622.69 \pm 598.96$  gramos. La mayor parte proviene del pinol, tortillas, agua de masa y atol de masa.

De las 67 muestras de maíz recolectadas en los hogares de los niños y madres de San Miguel Panán, se encontraron concentraciones de aflatoxinas mayores a 20 partes por billón en 24 (36%) de las mismas. La media de contenido de aflatoxina en las muestras de maíz fue de 29.18 ppb (partes por billón) con un intervalo de confianza de 18.85 a 39.51

ppb. En un estudio realizado en los ocho municipios con mayor prevalencia de retardo del crecimiento del país, se encontraron aflatoxinas en el 27% de las muestras de maíz. La contaminación con aflatoxinas depende de las condiciones pre y post cosecha, sin embargo, se ha documentado que el maíz de tierras bajas de Guatemala, como Suchitepéquez, tiene niveles significativamente más elevados de aflatoxinas que el de tierras altas,<sup>8</sup> lo que podría explicar la elevada frecuencia de maíz contaminado en San Miguel Panán.

Según un estudio previo, en promedio, un niño de los ocho municipios con más retardo del crecimiento, está expuesto a 220.3 ng de aflatoxinas/kg\*día.<sup>8</sup> En los 67 niños estudiados en San Miguel Panán, se encontró que 24 (35.8%) están expuestos a aflatoxinas, con una media de exposición de 375.23 ng/kg/día (IC 95%: 245.62 - 504.82). La mayor exposición en San Miguel Panán, con respecto a los demás municipios podría ser explicada por el patrón de consumo de maíz y por la alta frecuencia de muestras contaminadas.

Se investigó como factor de riesgo para retardo del crecimiento los patrones de consumo de las madres, por el peligro que conlleva la transmisión de aflatoxinas a través de la lactancia materna, sin embargo, la asociación no fue estadísticamente significativa. La asociación entre el patrón de consumo de maíz de los niños y la prevalencia de retardo del crecimiento tampoco presentó significancia estadística, por lo que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula.

En un estudio en el este de África, se encontró una correlación negativa fuerte ( $p < 0.0001$ ) entre la prevalencia de aflatoxinas unidas a albúmina y aumento del crecimiento en donde, después de 8 meses de seguimiento, el cuartil más alto de aflatoxinas-albúmina en niños se asoció con un retraso del crecimiento medio de 1.7 centímetros en comparación con el cuartil más bajo.<sup>6</sup> En San Miguel Panán, se encontró que la asociación entre retardo del crecimiento y exposición a maíz contaminado con aflatoxinas fue estadísticamente significativa, por lo que se puede refutar la hipótesis nula. Si bien, el patrón de consumo alto de maíz de las madres o hijos parece no jugar un papel importante, la exposición de los niños estudiados a una dieta que incluya maíz contaminado con aflatoxinas aumentó hasta 5 veces el riesgo de adquirir desnutrición crónica. Los mecanismos involucrados en el retardo del crecimiento asociado con aflatoxinas aún se desconocen, pero la exposición a aflatoxinas durante el período de introducción a la dieta complementaria puede ser crítica en términos de efectos adversos en los niños y merece una intervención oportuna para reducir los riesgos a largo plazo.

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 Del total de niños de 6 a 15 meses del municipio San Miguel Panán, Suchitepéquez en agosto de 2016, el 24% presenta baja talla para edad y 9% baja talla severa para la edad.
- 7.2 La prevalencia de retardo del crecimiento (desnutrición crónica) en los niños de 6 a 15 meses de San Miguel Panán es del 33%.
- 7.3 De las madres que proporcionan lactancia materna a los niños, 9 de cada 10 consumen más de 4750 gramos a la semana de maíz, con una media de  $7508.81 \pm 3128.01$  gramos y la mitad de los niños consumen más de 550 gramos a la semana de maíz, con una media de  $622.69 \pm 598.96$  gramos.
- 7.4 La frecuencia de aflatoxinas en el maíz de San Miguel Panán es del 36%, mayor a la frecuencia encontrada en otros estudios; se encontró una media de 29.18 ppb.
- 7.5 La prevalencia de exposición a aflatoxinas en los niños y niñas del municipio de San Miguel Panán es de 35.8%, y casi la totalidad de ellos tiene una exposición de 245.62 a 504.82 ng/kg\*día.
- 7.6 El patrón de consumo de maíz de las madres que proporcionan lactancia materna y el patrón de consumo de los niños de 6 a 15 meses del municipio San Miguel Panán, Suchitepéquez en agosto de 2016 no tiene una asociación significativa con el retardo del crecimiento en los niños.
- 7.7 La exposición al consumo de maíz contaminado con aflatoxinas aumenta hasta 5 veces el riesgo para retardo del crecimiento (desnutrición crónica) en los niños estudiados.



## **8. RECOMENDACIONES**

Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social:

- Revisar las normas COGUANOR y los reglamentos municipales para tratar de reducir al mínimo los niveles permitidos para aflatoxina B1 en el maíz comercializado en Guatemala para consumo humano y animal.
- Fortalecer los programas de atención primaria en salud para prevenir la desnutrición crónica y fomentar en la población guatemalteca una dieta variada y diversa que contenga vegetales y frutas disponibles localmente, lo cual redundará en un mejor crecimiento y rendimiento intelectual.

### **8.1 A la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional:**

- Asegurar el acceso a alimentos seguros y libres de toxinas que ponen en riesgo el buen desarrollo y la salud de los guatemaltecos.

A la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala:

- Considerar la contaminación con micotoxinas como un factor de riesgo crítico para el retardo del crecimiento en niños y tomar acciones preventivas para disminuir la prevalencia de desnutrición crónica en Guatemala y sus consecuencias tanto en salud como económicas.
- Realizar más estudios en esta línea de investigación, buscando los aductos de aflatoxina-albúmina en sangre, o bien, aflatoxina M en orina de niños pequeños.
- Estudiar otras consecuencias del consumo de alimentos contaminados con micotoxinas en la población guatemalteca. Se recomienda investigar el vínculo entre exposición a aflatoxinas y cirrosis en pacientes del INCAN en Guatemala.
- Fomentar en sus estudiantes como tema de prioridad en investigación las consecuencias del consumo de alimentos contaminados con toxinas a largo plazo en el desarrollo y la salud de los guatemaltecos.





## **9. APORTES**

Se realizó el primer estudio en el área de sur occidente que identificó como factor de riesgo para retardo del crecimiento en niños la exposición a aflatoxinas por medio del consumo de maíz en un municipio prioritario del plan “Pacto hambre cero” por su alta prevalencia de desnutrición crónica.

Presentación de resultados y de asociación útiles como referencia para futuros estudios relacionados al maíz contaminado con aflatoxinas y la desnutrición crónica en Suchitepéquez.

Se proporcionaron datos estadísticos del patrón de consumo de maíz en madres que dan lactancia materna y niños iniciando dieta complementaria, lo cual puede ser de gran utilidad para posteriores estudios de seguridad alimentaria y nutrición.

Se realizó una charla educativa con los padres y madres del municipio de San Miguel Panán en donde se habló acerca de la importancia de una dieta balanceada con alimentos alternativos al maíz y se hizo una propuesta de alimentos de fácil acceso con mejor calidad nutricional y alimentos que complementen al maíz.

Se dará a conocer a la comunidad médica, a través de un artículo en la Revista del Colegio de Médicos de Guatemala, la importancia de tomar en cuenta la intoxicación a largo plazo por el consumo de alimentos no regulados y sus posibles consecuencias en el desarrollo y salud de la población.



## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. León A, Martínez R, Espíndola E, Schejtman A. Pobreza, hambre y seguridad alimentaria en Centroamérica y Panamá. Santiago de Chile: Naciones Unidas, División de desarrollo social; 2004.
2. International Food Policy Research Institute. Global nutrition report 2015: actions and accountability to advance nutrition and sustainable development. Washington, DC: IFPRI; 2015.
3. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. El estado mundial de la infancia 2014. Todos los niños cuentan: revelando las disparidades para impulsar los derechos de la niñez. Nueva York: UNICEF; 2014.
4. Matute J, Torres O. “Cuellos de Botella” / Barreras relacionadas a la reducción de la desnutrición crónica. Informe final de la línea de base realizada en los primeros ocho municipios priorizados por el Plan de Hambre Cero. Guatemala: SESAN, UNICEF; 2012.
5. Sistema de Información Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Tercer censo de talla realizado en Guatemala. Guatemala: SESAN; 2008.
6. Gong Y, Turner P, Hall A, Wild C. Aflatoxin exposure and impaired child growth in west Africa. Environ Health Perspect. 2004 Sep;112 (13):1334-8.
7. Pornsri K, Shephard G, Wu F. Aflatoxins and growth impairment: a review. Critical Reviews in Toxicology. 2011; (41):740-755.
8. Torres O, Matute J, Riley RT. Determinación, caracterización y evaluación de aflatoxinas que influyen en el retardo de talla para edad en niños de Guatemala. Guatemala: FODECYT; 2013.
9. Kliegman R, Behrman R, Jenson H, Stanton B. Nelson tratado de pediatría. 18 ed. Barcelona: Elsevier; 2008.
10. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Guía técnica para la estandarización en procesamiento, análisis e interpretación de los indicadores

antropométricos según los patrones de crecimiento de OMS para menores de 5 años. Guatemala: INCAP; 2012.

11. Programa Regional de Seguridad Alimentaria para Centroamérica (PRESANCA II). Centroamérica en cifras. Datos de seguridad alimentaria nutricional y agricultura familiar. Roma: FAO, PRESANCA II, PESA; 2011.
12. Martínez R, Fernández A. El costo del hambre: impacto social y económico en la desnutrición infantil en Centroamérica y República Dominicana. Santiago de Chile: ONU, CEPAL; 2007.
13. Palmieri M, Delgado HL. Análisis situacional de la malnutrición en Guatemala: sus causas y abordaje. Informe nacional de desarrollo humano. Guatemala: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; 2011.
14. Ruel M. The oriente study: program and policy impacts. The Journal of Nutrition. 2010 Feb; 140 (2):415-418.
15. Consejo Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Acuerdo gubernativo número 75-2006: Reglamento de la ley del sistema nacional de seguridad alimentaria y nutricional. Guatemala: CONASAN; 2006.
16. De Onis M, Frongillo E, Blössner M. ¿Está disminuyendo la malnutrición? Análisis de la evolución del nivel de malnutrición infantil desde 1980. Boletín de la OMS: la revista internacional de salud pública, recopilación de artículos. 2001;4:100-110.
17. Shingleton R, Victoria C, de Onis M. The worldwide timing of growth faltering: implications for nutritional interventions. Pediatrics [en línea]. 2001 [citado 19 Oct 2015];107(5):e75:1-7. Disponible en: <http://pediatrics.aappublications.org/content/107/5/e75>.
18. Organización Panamericana de la Salud. Salud en las Américas. Washington, DC: OPS; 2007.
19. Allen L, Gillespie S. What works? A review of the efficacy and effectiveness of nutrition interventions. Suiza: Asian Development Bank (ADB), United Nations Administrative Committee on Coordination Sub-Committee on Nutrition (ACC/SCN); 2001.

20. Guatemala. Ministerio de Salud y Asistencia Social. Encuesta nacional de salud materno infantil 98/99. Guatemala: MSPAS; 1999.
21. Leroy J. Childhood stunting and aflatoxins: finding solutions for improved food safety. Washington, DC: International Food Policy Research Institute; 2013.
22. Mc Coy L, Scholl P, Sutcliffe A. Human aflatoxin albumin adducts quantitatively compared by ELISA, HPLC with fluorescence detection and HPLC with isotope dilution mass spectrometry. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2008 Jul;17 (7):1653-7
23. Khalanwiset P, Shepard G, Wu F. Aflatoxins and Growth Impairment: a review. *Critical Reviews in Toxicology.* 2011; 41 (9):740-755.
24. Gómez F. Mortalidad asociada a la malnutrición de segundo y tercer grado. *Boletín de la OMS: la revista internacional de salud pública, recopilación de artículos.* 2001;4: 124-128.
25. Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Evaluación del impacto del plan de hambre cero: estado nutricional de menores de 5 años y mujeres en edad fértil. Segunda encuesta de monitoreo. Guatemala: SESAN, INE; 2014.
26. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. Centroamérica: Seguridad alimentaria y nutricional: conceptos básicos. Guatemala: PESA; 2013.
27. Brasil. Ministerio de Desarrollo Agrario. Fome Zero (Programa Hambre Cero): La experiencia Brasileña. Brasilia: ONU, FAO; 2012.
28. Barrett J. Liver cancer and aflatoxin: New information from the Kenyan outbreak. *Environmental Health Perspectives.* 2005; 113(12):A837-A838.
29. Wu Y, Liu F. Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: A risk assessment. *Environmental Health Perspectives.* 2010; 118 (6):818-824.
30. Krishnamachari K, Bhat R, Nagarajan V, Tilak T. Investigations into outbreak of hepatitis in parts of Western India. *Indian Journal of Medical Research.* 1975; 63:1036-1049.

31. Magoha H, Kimanya M, De Meuleaner B, Roberfroid D, Lachat C, Kolsteren P. Association between aflatoxin M1 exposure through breast milk and growth impairment in Northern Tanzania. *World Mycotoxin Journal*. 2014; 7 (3):277-284.
32. Shirima P, Martin E, Kinabo L, Routledge M, Srey C, Wild C, et al. Dietary exposure to aflatoxin and fumonisin among Tanzanian children as determined using biomarkers of exposure. *Mol Nutr Food Res*. 2013 Oct; 57(10):1874–1881.
33. Gong Y. Dietary aflatoxin exposure and impaired growth in young children from Benin and Togo: Cross sectional study. *BMJ* [en línea]. 2002 [citado 19 Oct 2015] Disponible en : <http://www.bmj.com/content/325/7354/20?tab=related>.
34. Gong Y. Post-weaning exposure to aflatoxin results in impaired child growth: A longitudinal study in Benin, West Africa. *Environmental Health Perspectives*. 2004; 112(13):1334-1338.
35. Trucksess M, Dombrink-Kurtzman M, Torunas V, Shite K. Occurrence of aflatoxins and fumonisins in Incaparina from Guatemala. *Food Addit Contam*. 2002 Jul;19(7):671-675.
36. Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*. 22 ed. Madrid, España; 2001.
37. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. *Manual de Antropometría Física*. Guatemala: INCAP; 2007.
38. Chapot B, Wild C. Elisa for quantification of aflatoxina-albumin adducts and their application to human exposure assessment. En: Warthol M, van Velzer D, Bullock G (editores). *Techniques in diagnostic pathology*. Londres: Academic Press; 1991 p.135-155
39. Torres O, Matute J, van Waas J, Maddox J, Gregory S, Ashley-Koch A. Human health implications from co-exposure to aflatoxins and fumonisins in maize-based foods in the Latin America: Guatemala a case study. *World Mycotoxin Journal*. 2015; (2):143-159.

40. Unión Europea. Regulation No. 396/2005 of the European Parliament and of the Council on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC. Official Journal of the European. 2005 Mar; (70):1-16.





## 11. ANEXOS

### 11.1 Asentimiento Informado



#### ASENTIMIENTO INFORMADO

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**TESIS DE GRADO: “RELACIÓN ENTRE CONSUMO DE MAÍZ CONTAMINADO CON AFLATOXINAS Y RETARDO DEL CRECIMIENTO EN NIÑOS DE 6 A 10 MESES EN SAN MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ”**

#### PARTE I: Hoja de Información

Estoy investigando sobre unas sustancias que puede producir un hongo en el maíz que se llaman *aflatoxinas* y que podrían llegar a causar retraso del crecimiento en los niños. Le vamos a dar información e invitarla a participar en nuestro estudio. No tiene que decidir hoy si quiere participar. Antes de decidirse, puede hablar con alguien con quien se sienta cómodo sobre la investigación. Por favor, deténgame según le informo para darme tiempo para explicarle. Si tiene preguntas más tarde, puede hacérmelas saber cuándo crea más conveniente

Se ha observado en diferentes partes de Guatemala que el maíz que venden en los mercados está contaminado con aflatoxinas y en África hay estudios que relacionan el consumo de aflatoxinas con retardo del crecimiento en niños. Estamos invitando para este estudio a niños de 6 a 15 meses de edad, que residan en el municipio de San Miguel Panán para detectar si presentan talla baja para su edad durante este tiempo. También queremos analizar el maíz que los niños consumen y de esta forma prevenir el daño a la salud de quienes se encuentran afectados y, ayudarles a que tengan una mejor calidad de vida.

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede elegir participar o no hacerlo. Tanto si elige participar como si no, continuarán todos los servicios que reciba en este puesto y nada variará. Usted puede cambiar de idea más tarde y dejar de participar aun cuando haya aceptado antes.

El procedimiento que se llevará a cabo es el siguiente:

1. *Se realizará una breve encuesta de forma confidencial, en la que se le solicitan datos generales y algunos datos de la alimentación de su hijo (a).*
2. *Se tallará a su hijo (a) y se le solicitará 1/2 libra de maíz crudo del que consumen regularmente.*
3. *Al final de la recolección de datos, se impartirá una charla informativa acerca de la importancia de una dieta variada y se le proporcionará un recuerdo en agradecimiento por su colaboración.*

#### Parte II: Formulario de Asentimiento

He sido invitado (a) a participar en la investigación “Consumo de maíz contaminado con Aflatoxinas relacionado a Retardo del Crecimiento”. Entiendo que se me realizará una serie de preguntas, de forma confidencial, se medirá la longitud de mi hijo(a) y se me solicita 1/2 libra del

maíz crudo del que consumimos en el hogar. Sé que es posible que haya beneficios para mi familia, como la intervención en el consumo de un alimento que puede ser dañino para la salud. Se me ha proporcionado el nombre y dirección del investigador que puede ser fácilmente contactado.

He leído y comprendido la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se han contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente yo y mi hijo(a) participemos de esta investigación y entiendo que tenemos el derecho de retirarnos de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera en mi cuidado médico, ni al de mi hijo(a).

Nombre de la madre o Encargado: \_\_\_\_\_

Nombre del niño (a): \_\_\_\_\_

Firma de la madre o encargado: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Si es analfabeta, huella dactilar del pulgar derecho de la madre:



He leído con exactitud o he sido testigo de la lectura exacta del documento de asentimiento informado para el potencial participante y la madre o encargado ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmo que la persona ha dado asentimiento libremente.

Nombre del testigo: \_\_\_\_\_

Firma del testigo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Ha sido proporcionada al participante una copia de este documento de asentimiento informado \_\_\_\_\_ (iniciales del investigador).

## 11.2 Instrumento de recolección de datos

**TESIS DE GRADO: “RELACIÓN ENTRE CONSUMO DE MAÍZ CONTAMINADO CON  
AFLATOXINAS Y RETARDO DEL CRECIMIENTO EN NIÑOS DE 6 A 10 MESES EN SAN  
MIGUEL PANÁN, SUCHITEPÉQUEZ”**  
*USAC – Facultad de Ciencias Médicas*

No. Boleta \_\_\_\_

### A. DATOS GENERALES

Iniciales _____	
Fecha de nacimiento: ____/____/____	Edad en meses: ____
Sexo: M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	

### B. ANTROPOMETRÍA

Longitud(cm)	Longitud/Edad	Clasificación T/E

### C. COMORBILIDADES ASOCIADAS

Diarrea severa: SI ☐ NO ☐

Neumonía: SI ☐ NO ☐

### D. CONSUMO DE MAÍZ

	Consumo de maíz a la semana (gr)	Clasificación del consumo por semana
Madre		
Hijo		

### E. PRUEBA DE LABORATORIO

Resultado ELISA para Aflatoxinas en maíz	Interpretación de resultado

### 11.3 Instrumento sobre consumo de maíz

(Este cuestionario se hará de manera electrónica durante la visita para recolectar el dato de total de gramos a la semana en el instrumento de recolección de datos)

		<i>La madre comió / tomó la semana pasada ....</i>				<i>El niño/a comió/tomó la semana pasada....</i>			
		<i>Si lo comió o tomó. ...</i>			<i>Si lo comió o tomó. ...</i>				
		<b>Madre</b>			<b>Niño/a</b>				
No	Alimentos	SI= 1 No=0	¿Cuántos días a la semana comió/tomó?	¿Cuántos ... comió/tomó en estos 7 días?	Unidades	SI= 1 No=0	¿Cuántos días a la semana comió/tomó?	¿Cuántos ... comió / tomó en estos 7 días?	Unidades
1	Tortillas	1 0			u	1 0			u
2	Tamales	1 0			u	1 0			u
3	Tamalitos	1 0			u	1 0			u
4	Chuchitos	1 0			u	1 0			u
5	Tostadas				u				u
6	Nachos	1 0			u / b	1 0			u / b
7	Tortrix	1 0			b	1 0			b
8	Pinol	1 0			cds / oz / lb / t	1 0			cds / oz / lb / t
10	Masa	1 0			ut / bolitas				ut / bolitas
11	Agua de masa	1 0			v / t / C				v / t / C
12	Atol de masa	1 0			v / t / C	1 0			v / t / C
13	Café de maíz/ cereales	1 0			v / t	1 0			v / t
14	Atol de elote	1 0			v / t / C	1 0			v / t / C
15	Elote asado/ cocido	1 0			u	1 0			u / granos
16	Nixtamal	1 0			ut / granos	1 0			ut / granos
17	Maicena	1 0			cds / oz / lb / t	1 0			cds / oz / lb / t
18	Vitacereal	1 0			cds / oz / lb / t	1 0			cds / oz / lb / t
19	Corn flakes	1 0			cds / t	1 0			cds / t

<b>2 0</b>	Incaparina	1 0		__ __ __.	<b>cds / oz / lb / t</b>	1 0		__ __ __.	<b>cds / oz / lb / t</b>
<b>2 1</b>	Tacos	1 0		__ __ __.	u	1 0		__ __ __.	u

11.4 Plan de charla para padres de familia de la comunidad de San Miguel Panán



**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Ciencias Médicas**

**Tesis de Grado - RELACIÓN ENTRE CONSUMO DE MAÍZ CONTAMINADO CON AFLATOXINAS Y RETARDO DEL CRECIMIENTO EN NIÑOS**



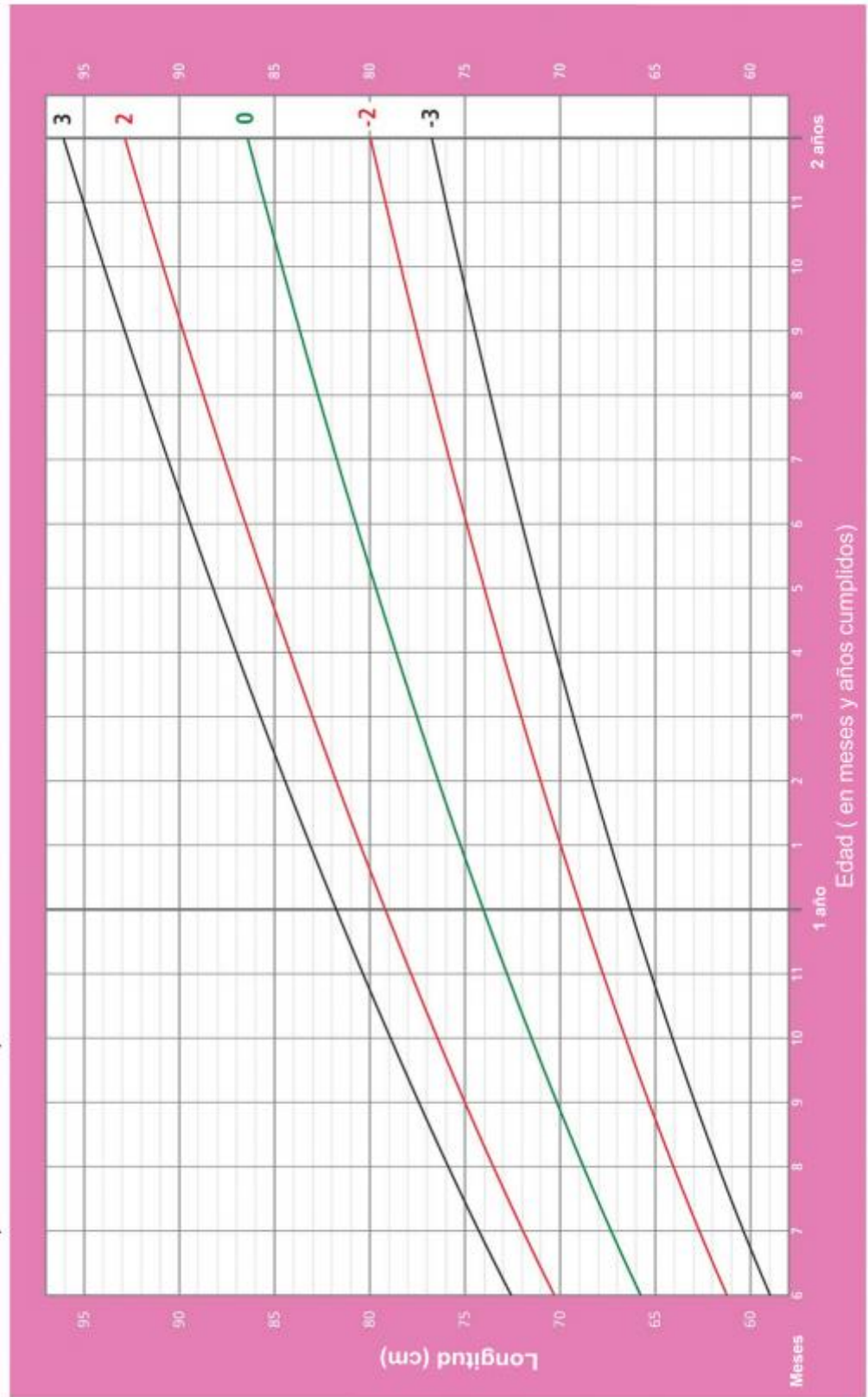
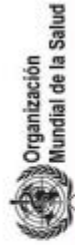
TEMA: DIVERSIDAD ALIMENTARIA							
INTRODUCCIÓN	CONTENIDO(S)	JUSTIFICACIÓN	METODOLOGIA DE DESARROLLO	OBJETIVOS	METODOLOGIA DE EVALUACIÓN	FECHA PROPUESTA	FECHA REALIZADA (Llenar a mano)
Una dieta equilibrada es aquella que asegura el consumo de los macro y micronutrientes necesarios para el desarrollo de un niño sano y el correcto funcionamiento de un cuerpo adulto. El consumo de maíz debe moderarse y complementarse con alimentos de mejor calidad nutricional que contengan proteínas, hierro, ácido fólico, zinc y calcio tales como el frijol, huevo, soya, hierbas, vegetales, avena, lácteos, etc.	<p>Importancia de una dieta balanceada, alternativas al maíz.</p> <p>Propuesta de alimentos de fácil acceso con mejor calidad nutricional.</p> <p>Sugerencias de alimentos que complementen al maíz.</p>	Al diversificar la dieta, no solo se reduce el consumo de maíz y la consiguiente exposición a aflatoxinas, sino, además se mejora el estado nutricional de los niños y adultos, dejándolos menos vulnerables a la desnutrición y enfermedades oportunistas.	Deductiva	<p>Introducir conceptos básicos acerca de una dieta balanceada.</p> <p>Dar a conocer las diferentes alternativas y complementos que pueden añadir a la dieta de los niños y adultos.</p> <p>Fomentar una vida alimentación saludable y variada.</p>	<p>Preguntas directas</p> <p>Ejemplificación de conceptos básicos</p> <p>Ejemplificación de los diferentes alimentos sugeridos.</p> <p>Sección de preguntas y respuestas.</p>	28/08/2016	

**Vo.Bó. Coordinación Distrito de Salud**

## 11.5 Gráficas de puntaje Z longitud/edad:

### Longitud para la edad Niñas

Puntuación Z (6 meses a 2 años)

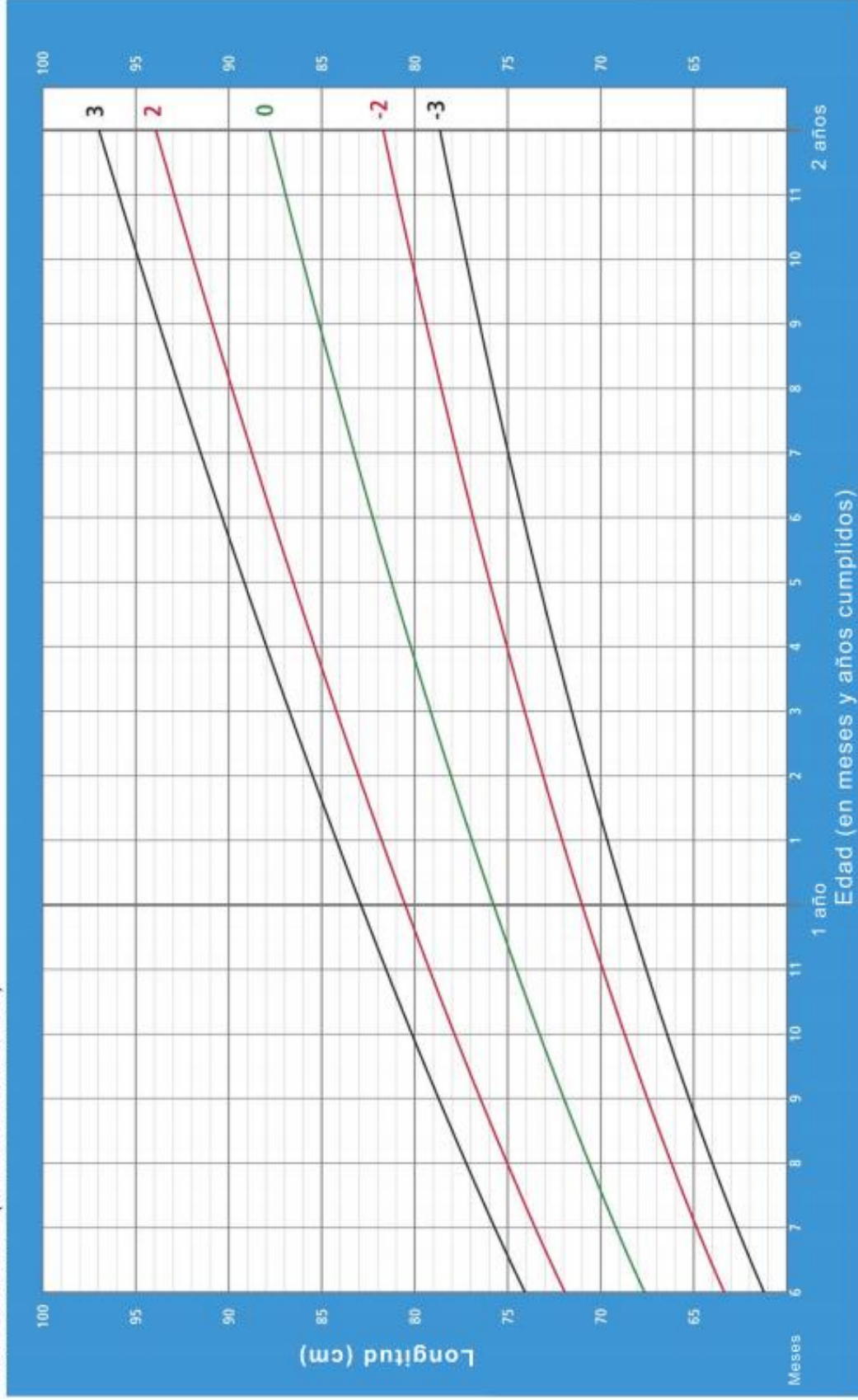


Patrones de crecimiento infantil de la OMS



# Longitud para la edad Niños

Puntuación Z (6 meses a 2 años)



Patrones de crecimiento infantil de la OMS